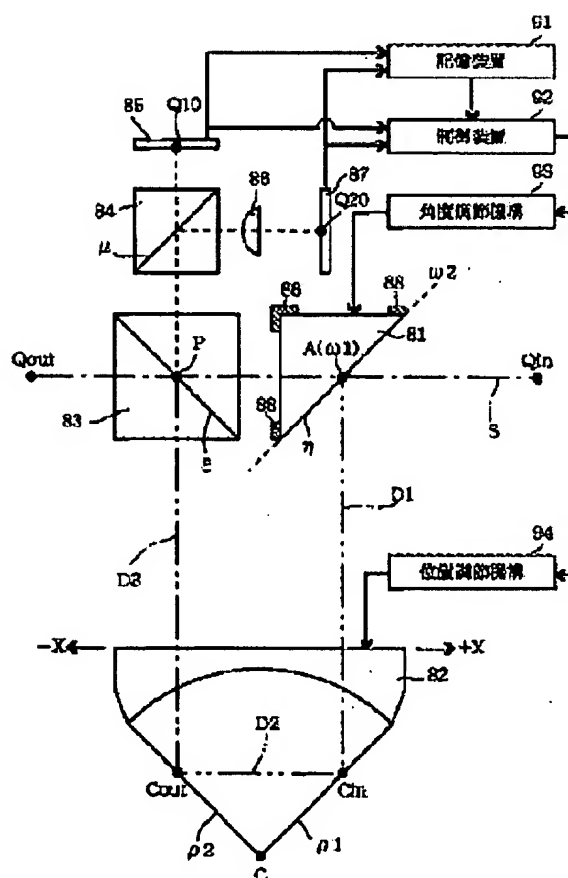


EXPOSURE APPARATUS

Patent number:	JP2002229216
Publication date:	2002-08-14
Inventor:	KOMATSU SHIGEHICO; ITO TOSHIHIDE; MATSUYAMA TETSUYA; KASHIWAGI TAKESHI; UEDA KENJI
Applicant:	DAINIPPON PRINTING CO LTD
Classification:	
International:	G03F7/20; G03H1/04; H01L21/027
European:	
Application number:	JP20010028355 20010205
Priority number(s):	JP20010028355 20010205

Abstract of JP2002229216

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably keep a light beam by automatically adjusting the optical axis against fluctuation. **SOLUTION:** In a state that the optical axis is adjusted to lead the light beam from a beam source from an incident point Q_{in} toward an emitting point Q_{out} , a beam distributor 83 is placed on a standard optical pass S and the position information (the position of a irradiation point Q_{10} on a light receiving element 85) and the directional information (the position of a converging point Q_{20} on a light receiving element 87) of reflected light from a light distribution surface ξ composed of a half mirror are stored in a storage device 91 as standard information. The light beam is detoured to an optical pass $D1$ by interposing a reflection element 81 on the standard optical pass S and is distributed into reflected light directed to an exposure surface and transmission light directed to the light receiving element 85 from the emitting point Q_{out} by being led into the light distribution surface ξ from an optical pass $D3$ using corner reflector 82. The position information and the directional information of the transmission light are detected and the angle of the light reflection element 81 and the position of the corner reflector 82 are controlled by a controller 92 to be the position information and the directional information close to the standard information.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-229216
(P2002-229216A)

(43)公開日 平成14年8月14日(2002.8.14)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 3 F 7/20
G 0 3 H 1/04
H 0 1 L 21/027

識別記号
5 0 5

F I
G 0 3 F 7/20
G 0 3 H 1/04
H 0 1 L 21/30

データベース(参考)
5 0 5 2 H 0 9 7
2 K 0 0 8
5 1 5 D 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 26 頁)

(21)出願番号 特願2001-28355(P2001-28355)

(22)出願日 平成13年2月5日(2001.2.5)

(71)出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72)発明者 小松 重彦

埼玉県日高市下高萩新田17番2号 シグマ
光機株式会社内

(72)発明者 伊藤 利秀

埼玉県日高市下高萩新田17番2号 シグマ
光機株式会社内

(74)代理人 100091476

弁理士 志村 浩

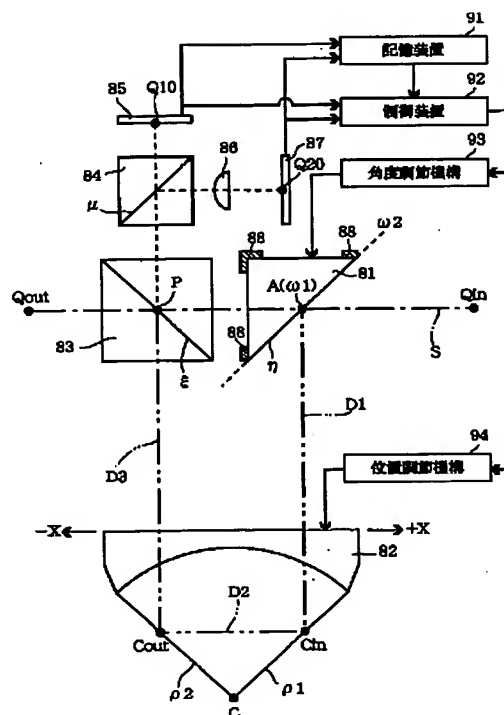
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【課題】 光軸変動に対して自動調節を行い、光ビームを安定維持させる。

【解決手段】 ビーム源からの光ビームが入射点Q_{in}から射出点Q_{out}へ向かうように光軸調節されている状態において、基準光路S上にビーム分配器83を置き、ハーフミラーからなる光分配面からの反射光の位置情報(受光素子85上の照射点Q10の位置)と向き情報(受光素子87上の集光点Q20の位置)とを基準情報として記憶装置91に記憶しておく。基準光路S上に光反射素子81を挿入し、光ビームを光路D1へ迂回させ、コーナリフレクタ82を用いて光路D3から光分配面へ導き、射出点Q_{out}から露光面へ向かう反射光と受光素子85へ向かう透過光とに分配する。この透過光の位置情報および向き情報を検出し、制御装置92により、これらが記憶装置91内の基準情報に近付くように、光反射素子81の角度およびコーナリフレクタ82の位置を制御する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、
 光ビームを発生させるビーム源と、
 このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、
 前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、
 前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、
 を備え、前記光軸調節装置が、
 照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面を有し、前記基準光路上に配置されたビーム分配手段と、
 前記基準光路に沿って入射した光ビームが前記光分配面で反射することにより得られる反射光について、前記光分配面上での位置および向きを測定し、この測定結果を基準情報として取得する基準情報取得手段と、
 作業者の操作に応じて、前記入射光の光ビームを前記基準光路とは異なる迂回光路へ誘導し、この誘導された光ビームの位置および向きを調節して前記光分配面へ照射する光路迂回調節手段と、
 前記迂回光路を経由した光ビームに基いて前記光分配面から得られる透過光または反射光について、前記光分配面上での位置および向きを測定し、この測定結果が前記基準情報に近づくように、前記光路迂回調節手段を制御する制御手段と、
 を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 請求項1に記載の露光装置において、
 作業者の操作に応じて、光軸調節装置に入射した光ビームを迂回させることなしに、基準光路に沿ってそのまま通過させ、露光面へと誘導させることができるように構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項3】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、
 光ビームを発生させるビーム源と、
 このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、
 前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、
 前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、
 を備え、前記光軸調節装置が、
 前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からな

2

る入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、
 前記ビーム分配手段よりも前記ビーム源側に配置され、前記入射光を透過させる第1の機能と、前記入射光の向きを所定の迂回光路に向けて変化させ、迂回光として射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換手段と、
 前記迂回光の向きを所定の設定角度だけ変化させて角度調節光として射出する角度調節手段と、
 前記角度調節光を入射し、この角度調節光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置角度調節光を、前記ビーム分配手段の前記光分配面に向けて射出することにより、前記位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする位置調節手段と、
 前記光路切換手段が前記第1の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記入射光反射光の位置および向きを検出し、前記光路切換手段が前記第2の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記調節光透過光もしくは前記調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、
 前記光路切換手段が前記第1の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、
 前記光路切換手段が前記第2の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出される位置および向きが、前記記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近づくように、前記角度調節手段による設定角度および前記位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、
 を有することを特徴とする露光装置。

【請求項4】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、
 光ビームを発生させるビーム源と、
 このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、
 前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、
 前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、
 を備え、前記光軸調節装置が、
 前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、
 前記ビーム分配手段よりも前記ビーム源側に配置され、前記入射光を透過させる第1の機能と、前記入射光の向きを所定の迂回光路に向けて変化させ、迂回光として射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能

(3)

3

な光路切換手段と、
 前記迂回光を入射し、この迂回光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置調節光を射出する位置調節手段と、
 前記位置調節光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる位置角度調節光を、前記ビーム分配手段の前記光分配面に向けて射出することにより、前記位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする角度調節手段と、
 前記光路切換手段が前記第1の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記入射光反射光の位置および向きを検出し、前記光路切換手段が前記第2の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記調節光透過光もしくは前記調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、
 前記光路切換手段が前記第1の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、
 前記光路切換手段が前記第2の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出される位置および向きが、前記記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、前記角度調節手段による設定角度および前記位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、
 を有することを特徴とする露光装置。
 【請求項5】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、
 光ビームを発生させるビーム源と、
 このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、
 前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、
 前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、
 を備え、前記光軸調節装置が、
 前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、
 前記ビーム分配手段よりも前記ビーム源側に配置され、前記入射光を透過させる第1の機能と、前記入射光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる位置角度調節光を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換角度調節手段と、
 前記角度調節光を入射し、この角度調節光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置角度調

4

節光を、前記ビーム分配手段の前記光分配面に向けて射出することにより、前記位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする位置調節手段と、
 前記光路切換角度調節手段が前記第1の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記入射光反射光の位置および向きを検出し、前記光路切換角度調節手段が前記第2の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記調節光透過光もしくは前記調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、
 前記光路切換角度調節手段が前記第1の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、
 前記光路切換角度調節手段が前記第2の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出される位置および向きが、前記記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、前記光路切換角度調節手段による設定角度および前記位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、
 を有することを特徴とする露光装置。
 【請求項6】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、
 光ビームを発生させるビーム源と、
 このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、
 前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、
 前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、
 を備え、前記光軸調節装置が、
 前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、
 前記ビーム分配手段よりも前記ビーム源側に配置され、前記入射光を透過させる第1の機能と、前記入射光を入射し、この入射光もしくはこの入射光の向きを変えることにより得られる迂回光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置調節光を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換位置調節手段と、
 前記位置調節光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる位置角度調節光を、前記ビーム分配手段の前記光分配面に向けて射出することにより、前記位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする角度調節手段と、
 前記光路切換位置調節手段が前記第1の機能を実行して

(4)

5

いるときには、前記光分配面における前記入射光反射光の位置および向きを検出し、前記光路切換位置調節手段が前記第2の機能を実行しているときには、前記光分配面における前記調節光透過光もしくは前記調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、前記光路切換位置調節手段が前記第1の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、前記光路切換位置調節手段が前記第2の機能を実行しているときに、前記検出手段によって検出される位置および向きが、前記記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、前記角度調節手段による設定角度および前記光路切換位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項7】 請求項3～6のいずれかに記載の露光装置において、
ビーム分配手段を、光分配面として機能するハーフミラーが形成された光学素子によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項8】 請求項3～7のいずれかに記載の露光装置において、
光路切換手段、光路切換角度調節手段、または、光路切換位置調節手段を、入射光を迂回させる機能を有する光学素子と、この光学素子を基準光路上に着脱自在に支持する支持機構と、によって構成し、前記光学素子を前記基準光路上から脱離させることにより第1の機能が実行され、前記光学素子を前記基準光路上に装着することにより第2の機能が実行されるようにしたことを特徴とする露光装置。

【請求項9】 請求項3～8のいずれかに記載の露光装置において、
角度調節手段または光路切換角度調節手段を、反射面を有する光学素子と、前記反射面上で直交する2つの回転軸に関して前記光学素子を回転させることにより角度調節を行う角度調節機構と、によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項10】 請求項3～9のいずれかに記載の露光装置において、
位置調節手段または光路切換位置調節手段を、コーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムを有する光学素子と、この光学素子を所定平面に沿って平行移動させる位置調節機構と、によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項11】 請求項3～10のいずれかに記載の露光装置において、
検出手段を、光分配面からの検出用光ビームを2つのビームに分配する検出用ビーム分配器と、分配された第1のビームに基いて位置を検出する位置検出器と、分配された第2のビームに基いて向きを検出する向き検出器

6

と、によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項12】 請求項11に記載の露光装置において、

位置検出器を、所定の受光面上へのビームの照射位置を検出する受光素子によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項13】 請求項11に記載の露光装置において、

向き検出器を、平行光線を所定の焦点に集光する集光レンズと、この集光レンズに対して焦点距離だけ離れた位置に配置された受光面を有しこの受光面上の集光位置を検出する受光素子と、によって構成したことを特徴とする露光装置。

【請求項14】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、

光ビームを発生させるビーム源と、

このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、

前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、

前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、

を備え、前記光軸調節装置が、

前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもったビーム分配器と、

前記ビーム分配器よりも前記ビーム源側に着脱自在に配置することができ、前記基準光路上に配置した場合に前記入射光を反射させることができる反射面を有する光反射素子と、

前記光反射素子の反射面の向きを調節する角度調節機構と、

前記光反射素子からの反射光を入射し、これに平行な逆向光を前記ビーム分配器に向けて射出することができるコーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムと、前記コーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムの位置を調節する位置調節機構と、

前記光反射素子を前記基準光路上に配置しない第1の状態において、前記ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、前記光分配面上での位置および向きを検出する機能と、前記光反射素子を前記基準光路上に配置した第2の状態において、前記ビーム分配器を透過してきた光ビームについて、前記光分配面上での位置および向きを検出する機能と、を有する検出器と、

前記第1の状態において前記検出器が検出した位置および向きを基準情報として記憶する記憶装置と、

前記第2の状態において前記検出器が検出する位置および向きが、前記記憶装置に記憶されている基準情報の位

(5)

7

置および向きに近付くように、前記角度調節機構および前記位置調節機構を制御する制御装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項15】 所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための装置であって、光ビームを発生させるビーム源と、このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路上に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、前記ビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、前記露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、前記基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、を備え、前記光軸調節装置が、前記基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもったビーム分配器と、前記ビーム分配器よりも前記ビーム源側に着脱自在に配置することができ、前記基準光路上に配置した場合に前記入射光を反射させることができる反射面を有する第1の光反射素子と、前記第1の光反射素子からの反射光を入射し、これに平行な逆向光を射出することができるコーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムと、前記コーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムの位置を調節する位置調節機構と、前記逆向光を前記ビーム分配器に向けて射出することができる反射面を有する第2の光反射素子と、前記第2の光反射素子の反射面の向きを調節する角度調節機構と、前記第1の光反射素子を前記基準光路上に配置しない第1の状態において、前記ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、前記光分配面上での位置および向きを検出する機能と、前記第1の光反射素子を前記基準光路上に配置した第2の状態において、前記ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、前記光分配面上での位置および向きを検出する機能と、を有する検出器と、前記第1の状態において前記検出器が検出した位置および向きを基準情報として記憶する記憶装置と、前記第2の状態において前記検出器が検出する位置および向きが、前記記憶装置に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、前記角度調節機構および前記位置調節機構を制御する制御装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項16】 請求項1～15のいずれかに記載の露光装置において、それぞれ各色成分ごとの光ビームを発生させる複数のビーム源と、

8

前記各色成分ごとの光ビームを露光面へと誘導する過程で、これら各光ビームを合成するビーム合成手段と、各色成分ごとの基準光路上に配置された各色成分ごとの光軸調節装置と、を備えることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置に関し、特に、感光性材料層上にホログラム像を露光するような場合に用いられる高精度な光軸調節が必要な露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】微細なパターンを形成する手法として、所定の露光面に光を照射し、この露光面上に置かれた感光性材料層を部分的に感光させる方法は、半導体装置の製造プロセスや、ホログラム像の形成プロセスなどで広く利用されている。このような露光作業に利用される露光装置は、通常、ビーム源で発生した光ビームを露光面へと誘導し、ビーム径を必要な大きさに拡張した上で、露光面へと照射する構造を有している。光ビームを正しい位置へ導くためには、光ビームを誘導する光学系において、光軸の正しい位置調節が重要である。一般に、光ビームの光軸調節は、反射鏡やプリズムなどの光学素子を組み合わせた装置によって行われ、作業者が目視手作業によって調節を行う場合もあれば、光ビームの位置センサからの出力信号に基く自動制御によって調節が行われる場合もある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】通常、ビーム源で発生させた光ビームの断面強度は、ガウシアン分布をとることが多く、ビーム断面の中央部分ほど強度が高くなる。このため、露光面への照射光にも強度分布が生じ、このような強度分布の存在を考慮した上で露光作業が行われている。したがって、露光面へと誘導される光ビームの光軸位置にずれが生じると、露光面上での照射光強度分布に予期せぬずれが発生することになり好ましくない。特に、ホログラム像を露光するような場合、照射光強度分布にわずかな変動が生じて、再生像が不鮮明になるおそれがあり、かなり高精度な光軸調節が必要になる。

【0004】このような光軸調節を行うために、これまでに様々な光軸調節装置が用いられている。しかしながら、従来利用されている光軸調節装置は、ビーム源から発せられた光ビームを、露光面上の所定位置に導くための調節を正確に行うことはできるが、ビーム源自体の動作の不安定要素や経年変化などに起因して光軸にずれが生じる現象を防止することはできない。たとえば、ビーム源としてレーザ光源を用いた場合、電源投入後、しばらくの間はレーザ光の出力が安定せず、光軸が不安定な状態が続くことが少なくない。このため、厳密な光軸調節を施しておいたとしても、レーザ光源の出力が安定す

(6)

9

るまでは、正しい露光を行うことができない。また、レーザ光源の特性は経年変化するため、過去に厳密な光軸調節が施されていたとしても、長期間使用しているうちに、光軸が徐々にずれてくることになる。このような場合、その都度、光軸調節作業を行う必要が生じ、作業者に多大な作業負担を強いることになる。

【0005】そこで本発明は、光ビームの光軸調節作業を軽減することができる露光装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させるための露光装置を、光ビームを発生させるビーム源と、このビーム源で発生した光ビームを所定の基準光路に沿って露光面へと誘導するビーム誘導手段と、このビーム誘導手段によって誘導される光ビームの径を、露光面の大きさに応じて拡張するビーム径拡張装置と、基準光路上に配置され、光ビームの光軸が前記基準光路上に維持されるように調節する光軸調節装置と、によって構成するようにした点にある。

【0007】ここで、光軸調節装置は、本発明に係る露光装置を実現するために開発された新規な光軸調節装置であり、予め、所定の基準光路に沿って光ビームが進行するように光軸調節が行われているときに、入射光がこの基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持できるような自動光軸調節機能を有する装置である。このような光軸調節装置には、後述するように、いくつかの態様が考えられ、どの態様の光軸調節装置を用いるかによって、本発明をいくつかの態様として把握することができる。以下、これら光軸調節装置の各態様を述べる。

【0008】(1) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第1の態様は、図1～図10を参照して、後述する§1で説明する検出原理に基づく光軸調節装置に示されているように、自動光軸調節を行う光軸調節装置において、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面を有し、基準光路上に配置されたビーム分配手段と、基準光路に沿って入射した光ビームが光分配面で反射することにより得られる反射光について、光分配面上での位置および向きを測定し、この測定結果を基準情報として取得する基準情報取得手段と、必要に応じて、入射光の光ビームを基準光路とは異なる迂回光路へ誘導し、この誘導された光ビームの位置および向きを調節して光分配面へ照射する光路迂回調節手段と、迂回光路を経由した光ビームに基いて光分配面から得られる透過光または反射光について、光分配面上での位置および向きを測定し、この測定結果が基準情報に近づくように、光路迂回調節手段を制御する制御手段と、を設けるようにしたものである。

10

【0009】(2) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第2の態様は、上述した第1の態様に係る光軸調節装置において、作業者の操作に応じて、光軸調節装置に入射した光ビームを迂回させることなしに、基準光路に沿ってそのまま通過させ、露光面へと誘導させることができるように構成したものである。

【0010】(3) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第3の態様は、図11を参照して、後述する§2で説明する実施形態Aに係る光軸調節装置に関するものであり、光ビームを迂回光路へ導いた後、まず、角度調節を行い、続いて位置調節を行うような構成をもった光軸調節装置に関するものである。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、入射点とビーム分配手段との間に配置され、入射光を透過させる第1の機能と、入射光の向きを所定の迂回光路に向けて変化させ、迂回光として射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換手段と、迂回光の向きを所定の設定角度だけ変化させて角度調節光として射出する角度調節手段と、角度調節光を入射し、この角度調節光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置角度調節光を、ビーム分配手段の光分配面に向けて射出することにより、この位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする位置調節手段と、光路切換手段が第1の機能を実行しているときには、光分配面における入射光反射光の位置および向きを検出し、光路切換手段が第2の機能を実行しているときには、光分配面における調節光透過光もしくは調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、光路切換手段が第1の機能を実行しているときに、検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、光路切換手段が第2の機能を実行しているときに、検出手段によって検出される位置および向きが、記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近づくように、角度調節手段による設定角度および位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、を設けたものである。

【0011】(4) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第4の態様は、図12を参照して、後述する§2で説明する実施形態Bに係る光軸調節装置に関するものであり、光ビームを迂回光路へ導いた後、上述の第3の態様とは逆に、まず、位置調節を行い、続いて角度

(7)

11

調節を行うような構成をもった光軸調節装置に関するものである。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、入射点とビーム分配手段との間に配置され、入射光を透過させる第1の機能と、入射光の向きを所定の迂回光路に向けて変化させ、迂回光として射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換手段と、迂回光を入射し、この迂回光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置調節光を射出する位置調節手段と、位置調節光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる位置角度調節光を、ビーム分配手段の光分配面に向けて射出することにより、この位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする角度調節手段と、光路切換手段が第1の機能を実行しているときには、光分配面における入射光反射光の位置および向きを検出し、光路切換手段が第2の機能を実行しているときには、光分配面における調節光透過光もしくは調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、光路切換手段が第1の機能を実行しているときには、検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、光路切換手段が第2の機能を実行しているときには、検出手段によって検出される位置および向きが、記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、角度調節手段による設定角度および位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、を設けたものである。

【0012】(5) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第5の態様は、図13を参照して、後述する§2で説明する実施形態Cに係る光軸調節装置に関するものであり、上述の第3の態様に係る光軸調節装置において、光路切換手段と角度調節手段との双方を兼ねる手段を用いるようにした点に特徴がある。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、入射点とビーム分配手段との間

12

に配置され、入射光を透過させる第1の機能と、入射光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる角度調節光を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換角度調節手段と、角度調節光を入射し、この角度調節光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置角度調節光を、ビーム分配手段の光分配面に向けて射出することにより、位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする位置調節手段と、光路切換角度調節手段が第1の機能を実行しているときには、光分配面における入射光反射光の位置および向きを検出し、光路切換角度調節手段が第2の機能を実行しているときには、光分配面における調節光透過光もしくは調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、光路切換角度調節手段が第1の機能を実行しているときには、検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、光路切換角度調節手段が第2の機能を実行しているときには、検出手段によって検出される位置および向きが、記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、光路切換角度調節手段による設定角度および位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、を設けたものである。

【0013】(6) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第6の態様は、図14を参照して、後述する§2で説明する実施形態Dに係る光軸調節装置に関するものであり、上述の第4の態様に係る光軸調節装置において、光路切換手段と位置調節手段との双方を兼ねる手段を用いるようにした点に特徴がある。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもち、入射光を、反射した一部からなる入射光反射光と、透過した一部からなる入射光透過光と、に分配するビーム分配手段と、入射点とビーム分配手段との間に配置され、入射光を透過させる第1の機能と、入射光を入射し、この入射光もしくはこの入射光の向きを変えることにより得られる迂回光に対して平行で、所定の設定変位量だけずれた位置を通る位置調節光を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行可能な光路切換位置調節手段と、位置調節光の向きを所定の設定角度だけ変化させることにより得られる位置角度調節光を、ビーム分配手段の光分配面に向けて射出することにより、この位置角度調節光が、反射した一部からなる調節光反射光と、透過した一部からなる調節光透過光と、に分配されるようにする角度調節

(8)

13

手段と、光路切換位置調節手段が第1の機能を実行しているときには、光分配面における入射光反射光の位置および向きを検出し、光路切換位置調節手段が第2の機能を実行しているときには、光分配面における調節光透過光もしくは調節光反射光の位置および向きを検出する検出手段と、光路切換位置調節手段が第1の機能を実行しているときに、検出手段によって検出された位置および向きを基準情報として記憶する記憶手段と、光路切換位置調節手段が第2の機能を実行しているときに、検出手段によって検出される位置および向きが、記憶手段に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、角度調節手段による設定角度および光路切換位置調節手段による設定変位量を制御する機能をもった制御手段と、を設けたものである。

【0014】(7) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第7の態様は、上述の第3～第6の態様に係る光軸調節装置において、ビーム分配手段を、光分配面として機能するハーフミラーが形成された光学素子によって構成するようにしたものである。

【0015】(8) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第8の態様は、上述の第3～第7の態様に係る光軸調節装置において、光路切換手段、光路切換角度調節手段、または、光路切換位置調節手段を、入射光を迂回させる機能を有する光学素子と、この光学素子を基準光路上に着脱自在に支持する支持機構と、によって構成し、光学素子を基準光路上から脱離させることにより第1の機能が実行され、光学素子を基準光路上に装着することにより第2の機能が実行されるようにしたものである。

【0016】(9) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第9の態様は、上述の第3～第8の態様に係る光軸調節装置において、角度調節手段または光路切換角度調節手段を、反射面を有する光学素子と、この反射面上で直交する2つの回転軸に関してこの光学素子を回転させることにより角度調節を行う角度調節機構と、によって構成するようにしたものである。

【0017】(10) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第10の態様は、上述の第3～第9の態様に係る光軸調節装置において、位置調節手段または光路切換位置調節手段を、コーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムを有する光学素子と、この光学素子を所定平面に沿って平行移動させる位置調節機構と、によって構成するようにしたものである。

【0018】(11) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第11の態様は、上述の第3～第10の態様に係る光軸調節装置において、検出手段を、光分配面からの検出用光ビームを2つのビームに分配する検出用ビーム分配器と、分配された第1のビームに基いて位置を検出する位置検出器と、分配された第2のビームに基いて向きを検出する向き検出器と、によって構成するよう

14

にしたものである。

【0019】(12) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第12の態様は、上述の第11の態様に係る光軸調節装置において、位置検出器を、所定の受光面上へのビームの照射位置を検出する受光素子によって構成するようにしたものである。

【0020】(13) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第13の態様は、上述の第11の態様に係る光軸調節装置において、向き検出器を、平行光線を所定の焦点に集光する集光レンズと、この集光レンズに対して焦点距離だけ離れた位置に配置された受光面を有しこの受光面上の集光位置を検出する受光素子と、によって構成するようにしたものである。

【0021】(14) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第14の態様は、図15～図21を参照して、後述する§3で説明する光軸調節装置に関するものであり、上述の第5の態様で述べた実施形態Cに係る光軸調節装置をより具体化した点に特徴がある。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもったビーム分配器と、入射点とビーム分配器との間の基準光路上に着脱自在に配置することができ、基準光路上に配置した場合に入射光を反射させることができる反射面を有する光反射素子と、この光反射素子の反射面の向きを調節する角度調節機構と、光反射素子からの反射光を入射し、これに平行な逆向光をビーム分配器に向けて射出することができるコーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムと、このコーナリフレクタもしくはコーナキューブプリズムの位置を調節する位置調節機構と、光反射素子を基準光路上に配置しない第1の状態において、ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、光分配面上での位置および向きを検出する機能と、光反射素子を基準光路上に配置した第2の状態において、ビーム分配器を透過してきた光ビームについて、光分配面上での位置および向きを検出する機能と、を有する検出器と、光反射素子が第1の状態にあるときに、検出器が検出した位置および向きを基準情報として記憶する記憶装置と、光反射素子が第2の状態にあるときに、検出器が検出する位置および向きが、記憶装置に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、角度調節機構および位置調節機構を制御する制御装置と、を設けたものである。

【0022】(15) 本発明に係る露光装置に用いる光軸調節装置の第15の態様は、図22を参照して、後述する§3で説明する光軸調節装置に関するものであり、上述の第4の態様で述べた実施形態Bに係る光軸調節装置

(9)

15

をより具体化した点に特徴がある。すなわち、入射点と射出点とを通る基準光路に沿って光ビームが存在するときに、入射点と射出点との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路に沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能をもった光軸調節装置において、基準光路上に配置され、照射された光の一部を反射、一部を透過させる光分配面をもったビーム分配器と、入射点とビーム分配器との間の基準光路上に着脱自在に配置することができ、基準光路上に配置した場合に入射光を反射させることができる反射面を有する第1の光反射素子と、この第1の光反射素子からの反射光を入射し、これに平行な逆向光を射出することができるコーナリフレクタもしくはコーナキューブリズムと、このコーナリフレクタもしくはコーナキューブリズムの位置を調節する位置調節機構と、コーナリフレクタもしくはコーナキューブリズムからの逆向光を、ビーム分配器に向けて射出することができる反射面を有する第2の光反射素子と、この第2の光反射素子の反射面の向きを調節する角度調節機構と、第1の光反射素子を基準光路上に配置しない第1の状態において、ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、光分配面上での位置および向きを検出する機能と、第1の光反射素子を基準光路上に配置した第2の状態において、ビーム分配器から反射されてきた光ビームについて、光分配面上での位置および向きを検出する機能と、を有する検出器と、第1の光反射素子が第1の状態にあるときに、検出器が検出した位置および向きを基準情報として記憶する記憶装置と、第1の光反射素子が第2の状態にあるときに、検出器が検出する位置および向きが、記憶装置に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、角度調節機構および位置調節機構を制御する制御装置と、設けたものである。

【0023】(16) また、本発明は、上述の第1～第15の態様に係る光軸調節装置を用いた露光装置において、それぞれ各色成分ごとの光ビームを発生させる複数のビーム源と、前記各色成分ごとの光ビームを露光面へと誘導する過程で、これら各光ビームを合成するビーム合成手段と、各色成分ごとの基準光路上に配置された各色成分ごとの光軸調節装置と、を設けるようにしたものである。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明に係る露光装置の特徴は、ビーム源から露光面へと向かう光ビームの基準光路上に、新規な光軸調節装置を組み込むことにより、光ビームの光軸が自動調節されるようにした点にある。そこで、まず、§1～§3において、この新規な光軸調節装置の構成および動作について詳述することにし、最後の§4において、この新規な光軸調節装置を用いた露光装置の全体構成を説明することにする。

【0025】§1. 新規な光軸調節装置の基本原

16

はじめに、この光軸調節装置の基本原理を簡単に説明する。この光軸調節装置の主眼は、光軸調節が既に完了している光学系について、動作の不安定要素や経年変化などに起因して光軸にずれが生じる現象を防止することであり、既存の光路を通る光ビームを安定維持させることにある。

【0026】いま、図1に示すように、ビーム源100からターゲット200の目標点Qに対して、光ビームを照射する場合を考える。ここで、ビーム源100は、光ビームを発生させる光源と、この光ビームに対する光軸調節を行う光学系（光軸調節装置）とを内蔵しているものとし、光ビームに対する光軸調節は、この内蔵の光学系を調節することにより行われるものとする。このように、従来の一般的な光軸調節装置は、光ビームの照準を所定の目標点に合致させるための積極的な位置調節を行うことを目的としており、このビーム源100に内蔵された光軸調節装置を利用した光軸調節作業により、光ビームをターゲット200上の目標点Qに到達させることが可能になる。このような光軸調節作業が完了すると、ビーム源100から発せられた光ビームは、入射点Q_{in}から射出点Q_{out}へ向かう基準光路S（図では、一点鎖線で示す）に沿って進行し、目標点Qに到達する。

【0027】この図1に示すように、一旦、光軸調節作業が完了してしまえば、理論的には、ビーム源100から照射された光ビームは、常に、基準光路S上を通って目標点Qへと導かれることになるが、実際には、ビーム源100自身の動作の不安定要素や経年変化などに起因して、調節済みの光軸にずれが生じる現象が発生する。たとえば、長期間にわたって使用していると、ビーム源100に対する振動などの影響により、ビーム源100自身の取付位置に変位が生じることがある。すると図2に示すように、ビーム源100から発せられた光ビームBは、入射点Q_{in}の位置に正しく入射しなくなり、基準光路Sから外れたものとなる。このため、光ビームBは、ターゲット200上の目標点Qから外れてしまう。もちろん、ビーム源100自身の取付位置に変位が生じていなくても、ビーム源100の内部の光学系を構成する個々の光学素子に位置変位が生じて同様の結果となる。また、光学系自身に変位が生じていなくても、光源に固有の不安定要素に基いて、光ビームBに変動が生じる可能性もある。たとえば、レーザ光源などを用いた場合、起動直後のしばらくの間、動作が不安定になる場合も少なくない。また、電源電圧の変動などの外乱により、光ビームBに変動が生じることもある。

【0028】本発明の狙いは、図1に示す例のように、入射点Q_{in}から射出点Q_{out}へ向かう所定の基準光路Sが既に設定されており、この基準光路Sに沿って進む光ビームが存在するときに、何らかの事情で将来、入射光がこの基準光路Sを外れた場合にも、射出光が基準光路Sに沿った状態を維持することができるような自動光軸

(10)

17

調節を行うことにある。別言すれば、本発明の狙いは、図3に示すように、既に所定の基準光路Sが設定されている状態において、本発明のために用意された新規な光軸調節装置300を、入射点Qinと射出点Qoutとの間に挿入して設置しておくことにより、将来、何らかの事情で光軸調節装置300への入射光に変動が生じた場合にも、光軸調節装置300からの射出光をもとの状態に維持することができるようにする点にある。すなわち、ビーム源100からの光ビームに対して、基準光路Sに沿った正しい光軸調節がなされている状態において、図3に示すように、光軸調節装置300を基準光路S上に挿入しておけば、図4に示すように、ビーム源100側の光軸に変動が生じ、光ビームBの光軸調節装置300に対する入射条件が変化したとしても、光軸調節装置300からの射出光は以前と同じ条件を維持するような自動的な光軸調節が行われることになる。以下、このような自動光軸調節を行うための基本原理を説明する。

【0029】いま、図5に示すように、入射点Qinから射出点Qoutへ向けて基準光路Sが設定されている場合に、この基準光路S上に光分配面を配置したとする。この光分配面は、照射された光の一部を反射、一部を透過させる性質をもった面である。実際には、ハーフミラーなどからなる光分配面を有するビーム分配手段を、基準光路S上に配置すればよい。このようなビーム分配手段を基準光路S上に配置すると、入射点Qinに、基準光路Sに沿って入射してきた光ビームBは、このビーム分配手段によって2つの光ビームに分配されることになる。すなわち、一部は光分配面をそのまま透過して透過光Btとなり、一部は光分配面で反射して反射光Brとなる。このとき、透過光Btは、基準光路Sに沿って光分配面上の位置P0を透過して射出点Qoutから射出する光になるが、反射光Brは、光分配面上の位置P0において向きを変えて図の上方へと向かう光となる。ここで、光分配面上の位置P0に立てた法線をNとすれば、光ビームBの入射角と反射角とは等しく、いずれも角度 α_0 になる。

【0030】そこで、このときに得られる反射光Brについて、光分配面上での位置P0および向き（たとえば、反射角 α_0 ）を測定し、この測定結果を基準情報として取得しておく。図示の基準情報取得手段1は、このような基準情報I（P0, α_0 ）を取得する機能をもった構成要素（具体的な構成例については後述する）である。このような基準情報の取得作業は、光ビームBが、基準光路Sに沿って正しく光軸調整されている状態（別言すれば、透過光Btが基準光路Sに沿って、所定の目標点にまで到達する状態）で行っておく必要がある。

【0031】この新規な光軸調節装置300を機能させる上では、図6に示すように、この系に、光路迂回調節手段2を追加する必要がある。図では便宜上、この光路迂回調節手段2を単なるブロックとして示すが、実際に

18

は、この光路迂回調節手段2は複数の光学素子によって構成される。この光路迂回調節手段2は、必要に応じて、作業者の操作により入射光の光ビームBを基準光路Sとは異なる迂回光路Dへ誘導し、この誘導された光ビームの位置および向きを調節して光分配面へ照射する機能を有する。図示の例では、この迂回光路Dは、光路D1, D2, D3によって構成されており、いずれも二点鎖線で示してある。迂回光路Dへ誘導された光ビームに対しては、光路迂回調節手段2によって、位置および向きの調節が行われる。ここで、「位置の調節」とは、光ビームの光路を所定の設定変位量だけ平行移動させる処理であり、「向きの調節」とは、光ビームの光路を所定の設定角度だけ変化させる処理である。もちろん、迂回光路D上で、このような位置および向きの調節が行われると、迂回光路D自身が変化することになる。したがって、本願における「迂回光路D」とは、ある定まった特定の経路を意味するわけではなく、位置および向きの調節処理によって様々に変化する不定形態の経路を意味している。なお、この「位置の調節」および「向きの調節」については、後に具体例を挙げて詳述する。

【0032】こうして、迂回光路Dを経由した光ビームは、光分配面に照射されることになるが、光分配面のどの位置にどのような向きで照射されるかは、迂回光路D上において施された位置および向きの調節次第である。ここでは、迂回光路Dにおいて行われた位置および向きの調節の結果、図6の光路D3に沿った光ビームが、光分配面上の位置Pに照射されたものとしよう。前述したように、光分配面は、照射された光の一部を反射、一部を透過させる性質をもった面であり、迂回光路Dを経由した光ビームは、この光分配面によって2つの光ビームに分配されることになる。すなわち、一部は光分配面をそのまま透過して透過光Btとなり、一部は光分配面で反射して反射光Brとなる。このとき、位置Pに立てた法線をNとすれば、透過光Btと法線Nとのなす角と、反射光Brと法線Nとのなす角とは、互いに等しい角度 α になる（もちろん、光路D3と法線Nとのなす角も角度 α になる）。

【0033】続いて、このときに得られる透過光Btについて、光分配面上での位置Pおよび向き（たとえば、反射角 α ）を測定する。もちろん、この測定結果は、通常、図5に示す基準情報取得手段1によって予め取得された基準情報I（P0, α_0 ）とは異なっている（図5と図6とを比較すればわかるように、位置Pと位置P0とは一致せず、角度 α と角度 α_0 とは一致しない）。そこで、この測定結果が基準情報I（P0, α_0 ）に近づくように、光路迂回調節手段2を制御することにする。図6に示す制御手段3は、透過光Btについて、光分配面上での位置および向きを測定し、この測定結果が基準情報I（P0, α_0 ）に近づくように、光路迂回調節手段2を制御する機能をもった構成要素であ

(11)

19

る。前述したように、光路迂回調節手段2は、迂回光路D上において、光ビームの位置および向きを調節する機能を有しているので、制御手段3による測定結果が基準情報I ($P0, \alpha0$) に一致するようなフィードバック制御を行うことが可能である。

【0034】制御手段3によるフィードバック制御により、測定結果が基準情報I ($P0, \alpha0$) に完全に一致するところまで到達した状態を図7に示す。光路迂回調節手段2によって導かれる迂回経路Daは、光路D1a, D2a, D3aから構成されており、図6に示す迂回光路Dとは異なっている。その結果、迂回光路Daを経由した光ビームの光分配面 ξ への照射位置Pは、図5に示す位置P0に一致した状態となり、透過光Btについての光分配面 ξ 上での位置Pおよび向き（たとえば、反射角 α ）は、基準情報I ($P0, \alpha0$) に完全に一致する ($P=P0, \alpha=\alpha0$)。図5と図7とを比較してみれば、図5における反射光Brが図7における透過光Btと完全に一致し、図5における透過光Btが図7における反射光Brに完全に一致していることがわかる。ここで重要な点は、図5に示す反射光Brおよび透過光Btは、基準光路S上を経た光ビームを分配することによって得られた光ビームであるのに対し、図7に示す透過光Btおよび反射光Brは、迂回光路Da上を経た光ビームを分配することによって得られた光ビームである、という点である。ここで、図5に示す透過光Btが、射出点Qoutから基準光路Sに沿った光ビームとして射出されるのと全く同様に、図7に示す反射光Brが、射出点Qoutから基準光路Sに沿った光ビームとして射出されることを考えれば、光路迂回調節手段2による迂回が行われているにもかかわらず、「射出点Qoutから基準光路Sに沿った射出光が得られる」という点に関しては、図7の状態は図5の状態に比べて何ら変化がないことになる。

【0035】これは、図1に示すように、所定の基準光路Sが設定されている状態において、図3に示すように、この基準光路S上に新規な光軸調節装置300を挿入し、この光軸調節装置300の内部において、入射してきた光ビームを光路迂回調節手段2によって迂回光路へと迂回させるようにしても、光軸調節装置300から基準光路Sに沿って目標点Qへ向かう光ビームを射出することが可能であることを意味している。より具体的に手順を説明すれば、図3に示すように、光軸調節装置300を基準光路S上に挿入したら、まず、光路迂回調節手段2による迂回を行わずに、図5に示すように、入射してきた光ビームBをそのまま光分配面 ξ へと導き、基準情報取得手段1によって基準情報I ($P0, \alpha0$) を取得する作業を行う。続いて、光路迂回調節手段2による迂回を行わせ、入射してきた光ビームBを迂回光路Dへと導く。このように、入射してきた光ビームBの経路を迂回光路Dに切り換えた当初には、図6に示すよう

20

に、光分配面 ξ からの反射光Brは基準光路Sに沿った光ビームにはならないため、光軸調節装置300から射出される光ビームは、基準光路Sから外れた状態になる。しかしながら、上述したフィードバック制御が行われるため、やがて迂回光路Dは図7に示すような迂回光路Daへと変遷し、光分配面 ξ からの反射光Brは基準光路Sに沿った光ビームになり、光軸調節装置300から射出される光ビームは、基準光路Sに沿ったものになる。

【0036】結局、図3に示すように、本発明に係る光軸調節装置300を、既存の基準光路S上に挿入すると、光ビームの経路を迂回光路Dへ切り換えた当初は、ビーム源100からの光ビームがターゲット200上の目標点Qから外れた状態になるが、フィードバック制御系が安定した状態になれば、光ビームはもとどおり目標点Qに照射された状態に戻る。したがって、本発明に係る光軸調節装置300を、既に光軸調節が完了している既存の基準光路Sに挿入したとしても、一時的な光軸の変動は生じるものの、すぐにもとの状態に復帰するので、ビーム源100からターゲット200に至る全体の系は、そのまま使用することができる。しかも、光軸調節装置300を挿入することにより、将来、何らかの事情で光軸調節装置300への入射光に変動が生じた場合にも、光軸調節装置300からの射出光をもとの状態に維持する自動光軸調節が行われることになる。すなわち、図4に示すように、ビーム源100側の光軸に変動が生じ、光ビームBの光軸調節装置300に対する入射条件が変化したとしても、光軸調節装置300からの射出光は以前と同じ条件を維持するような自動的な光軸調節が行われることになる。

【0037】これは、次のようなフィードバック制御が行われるためである。たとえば、本来は、図7に示すように、入射点Qinに対して基準光路Sに沿った光ビームBが与えられるべきであったのに、何らかの事情で、図8に示すように、光ビームBの入射条件が変動してしまったとしよう。このような変動が生じると、制御手段3によって測定される透過光Btの位置Pおよび向き α の測定結果が、予め取得しておいた基準情報I ($P0, \alpha0$) に一致しなくなるので、両者を一致させる方向にフィードバックが働くことになる。その結果、図7に示す迂回光路Daは、図8に示す迂回光路Db（光路D1b, D2b, D3bから構成されている）のように変更され、再び、透過光Btについての光分配面 ξ 上での位置Pおよび向き（たとえば、反射角 α ）が、基準情報I ($P0, \alpha0$) に完全に一致するようになる ($P=P0, \alpha=\alpha0$)。かくして、光ビームBの入射条件が変動してしまったとしても、フィードバック制御系が安定した状態になれば、光分配面 ξ からの反射光Brは、再び、基準光路Sに沿って射出される状態に戻ることに

(12)

21

【0038】以上が、本発明で用いられる新規な光軸調節装置の基本原理であり、このような基本原理により、既存の光路を通る光ビームを安定維持させる機能をもった光軸調節装置を提供することができる。

【0039】なお、これまで述べた例では、迂回光路から光分配面 ξ に照射された光ビームの透過光 B_t についての位置および向きを制御手段3で測定するようにしているが、透過光 B_t ではなく反射光 B_r についての位置および向きを制御手段3で測定するような構成を採ることも可能である。たとえば、図6に示した例では、迂回光路Dからの光ビームの透過光 B_t についての測定を制御手段3で行っているが、図9に示すような光路D4～D7からなる迂回光路を設定した場合には、迂回光路からの光ビームの反射光 B_r についての測定を制御手段3で行うことになり、透過光 B_t はターゲット200へ向けて射出される光ビームということになる。もちろん、この図9は、フィードバック制御の過渡状態を示しており、制御系が安定した状態では、図10に示すような光路D4a～D7aからなる迂回光路が設定され、ターゲット200へ向けて射出される透過光 B_t は、基準光路Sに沿ったものになる。

【0040】図6および図7に示す第1の構成例と図9および図10に示す第2の構成例との相違は、基準情報取得時に基準光路Sに沿って入射してきた光ビームBが光分配面 ξ に照射される側と、迂回光路からの光ビームが光分配面 ξ に照射される側とが、第1の構成例では反対であるのに対し、第2の構成例では同じになる点だけである。このため、制御手段3による測定対象は、第1の構成例では、迂回光路からの光ビームの透過光 B_t となるのに対し、第2の構成例では、迂回光路からの光ビームの反射光 B_r となる。

【0041】なお、これまでの原理説明は、二次元平面上の図面を用いた説明であったため、位置や向きの自由度を制限した説明を行ったが、実際には、光ビームの光路は三次元空間内に形成され、当然、位置や向きの自由度は、この三次元空間に応じたものになる。たとえば、図6に示す例では、光分配面 ξ は一次元の線分として示され、この光分配面 ξ 上の位置Pは、この線分上を移動する一次元の自由度しかもたないように描かれているが、実際には、位置Pは、図の紙面に垂直な方向にも移動する二次元の自由度を有していることになる。同様に、図6に示す例では、各光ビームの向きを、二次元平面上における角度 α で表現しているが、実際には、各光ビームの向きはこの二次元平面上に限定されるわけではなく、三次元空間内の任意の方向を向くことができるので、角度で表現した場合には、たとえば、XZ平面に対する角度 α_{xy} とYZ平面に対する角度 α_{yz} のような2通りの角度パラメータで表現されることになる。したがって、光路迂回調節手段2は、光ビームの位置および向きを、三次元空間内の自由度をもって調節する機能を有

22

し、制御手段3は、このような自由度を考慮したフィードバック制御を行う機能を有する。

【0042】§2. 基本的な実施形態

続いて、本発明に係る露光装置で用いられる光軸調節装置の基本的な実施形態を4通りについて述べることにする。

【0043】(A) 図11は、基本的な実施形態Aに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。この光軸調節装置の特徴は、光ビームを迂回光路へ導いた後、まず、角度調節(向きの調節)を行い、続いて位置調節を行う点にある。

【0044】既に§1で述べたように、この光軸調節装置は、入射点 Q_{in} と射出点 Q_{out} とを通る基準光路Sに沿って光ビームが存在するときに、入射点 Q_{in} と射出点 Q_{out} との間に配置することにより、入射光が基準光路を外れた場合にも、射出光が基準光路Sに沿った状態を維持するように光軸調節を行う機能を有する。この光軸調節装置の基本構成要素は、図示のとおり、ビーム分配手段10、光路切換手段20、角度調節手段30、位置調節手段40、検出手段50、記憶手段60、制御手段70である。§1の基本原理で説明した各構成要素との関係では、ビーム分配手段10は、たとえばハーフミラーを有するプリズムなどの光学素子(いわゆるビームスプリッター)によって構成され、基準光路S上に光分配面 ξ を配置する機能を果たし、光路切換手段20、角度調節手段30、位置調節手段40は、光路迂回調節手段2としての機能を果たす。また、検出手段50、記憶手段60、制御手段70は、基準情報取得手段1および制御手段3としての機能を果たす。以下、これら各手段の機能を個々に説明する。なお、図において一点鎖線は基準光路S、二点鎖線は迂回光路、破線は検出用光路、実線は電気信号の経路を示す。

【0045】まず、ビーム分配手段10は、光分配面 ξ を基準光路S(図の一点鎖線)上に配置する役割を果たす。光分配面 ξ は、既に述べたように、照射された光の一部を反射、一部を透過させる機能をもった面であり、たとえば、図の右側から入射してきた入射光L1がこのビーム分配手段10に照射されると、光分配面 ξ において、透過光と反射光とに分けられる。ここでは、入射光L1に基いて生じた透過光(図においてビーム分配手段10から左方向に射出される光)を入射光透過光L2と呼び、入射光L1に基いて生じた反射光(図においてビーム分配手段10から上方向に射出される光)を入射光反射光L3と呼ぶことにする。

【0046】光路切換手段20は、入射点 Q_{in} とビーム分配手段10との間に配置され、入射光L1の光路を切り換えるための構成要素である。すなわち、光路切換手段20は、入射光L1をそのまま透過させてビーム分配手段10へと導く第1の機能と、入射光L1の向きを所定の迂回光路(図の二点鎖線)に向けて変化させ、迂回

(13)

23

光L4として射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行することができる。角度調節手段30は、この迂回光L4の向きを所定の設定角度 θ だけ変化させて角度調節光L5として射出する機能を果たし、位置調節手段40は、この角度調節光L5を入射し、この角度調節光L5に対して平行で（図示の例の場合、平行で進行方向が逆向き）、所定の設定変位量dだけずれた位置を通る位置角度調節光L6（任意の設定変位量dに基づく位置調節と、任意の設定角度 θ に基づく角度調節との双方が施された光）を、ビーム分配手段10の光分配面 Σ に向けて射出する機能を果たす。

【0047】ビーム分配手段10に照射された位置角度調節光L6は、光分配面 Σ によって透過光と反射光とに分配される。ここでは、位置角度調節光L6に基いて生じた透過光（図においてビーム分配手段10から上方向に射出される光）を調節光透過光L7と呼び、位置角度調節光L6に基いて生じた反射光（図においてビーム分配手段10から左方向に射出される光）を調節光反射光L8と呼ぶことにする。結局、光路切換手段20が第1の機能を実行しているときには、ビーム分配手段10から入射光透過光L2および入射光反射光L3が得られ、光路切換手段20が第2の機能を実行しているときには、ビーム分配手段10から調節光透過光L7および調節光反射光L8が得られることになる。

【0048】検出手段50は、このビーム分配手段10から図の上方へと進行する入射光反射光L3または調節光透過光L7の位置および向きを検出する機能を有する。別言すれば、検出手段50は、光路切換手段20が第1の機能を実行しているときには、光分配面 Σ における入射光反射光L3の位置および向きを検出し、光路切換手段20が第2の機能を実行しているときには、光分配面 Σ における調節光透過光L7の位置および向きを検出する。なお、図9および図10に示す構成を採る場合、すなわち、角度調節手段30および位置調節手段40の配置を図示の配置とは変えることにより、位置角度調節光L6が光分配面 Σ の逆側に照射されるような構成を採る場合には、調節光透過光が図の左方向のターゲットに向けて射出する光となり、調節光反射光が図の上方の検出手段50に向けて射出する光となるので、この場合には、検出手段50によって調節光反射光の位置および向きを検出する必要がある。

【0049】記憶手段60は、§1で述べた基準情報を記憶する構成要素である。すなわち、光路切換手段20が第1の機能を実行しているときに、検出手段50によって検出された位置および向き（入射光反射光L3の位置および向き）を基準情報として記憶する機能を果たす。もちろん、このような基準情報を記憶する処理は、入射光L1が基準光路Sに沿って正しく入射してきており、ビーム分配手段10から射出される入射光透過光L2が、ターゲット上の目標点Qに正しく照射されている

24

状態で行うことになる。

【0050】制御手段70は、光路切換手段20が第2の機能を実行しているときに、検出手段50によって検出される位置および向き（図示の例の場合、調節光透過光L7の位置および向き）が、記憶手段60に記憶されている基準情報の位置および向きに近付くように、角度調節手段30による設定角度 θ および位置調節手段40による設定変位量dを制御する機能を果たす。§1で述べたように、このような制御はフィードバック制御となり、制御系が安定した状態になった時点で、検出手段50によって検出される位置および向きが、基準情報の位置および向きに一致することになり、ビーム分配手段10からターゲットに向けて射出される調節光反射光L8は、基準光路Sに沿った光ビームとなる。もちろん、このようなフィードバック制御は、入射光L1の入射条件に変動が生じた場合にも有効であり、入射光L1が基準光路Sから外れた状態で入射してくるようになったとしても、制御手段70によるフィードバック制御により、ビーム分配手段10から射出される調節光反射光L8は、基準光路Sに沿った光ビームとなるように調節される。

【0051】なお、このようなフィードバック制御では、制御対象となる量が、設定角度 θ （向きの制御）と設定変位量d（位置の制御）との2つになるので、これら2つの量を同時に制御しようとすると、制御動作が複雑になる。そこで、実用上は、設定角度 θ の制御と設定変位量dの制御とを、交互に繰り返して行うようにし、検出手段50による測定結果が記憶手段60に記憶されている基準情報に徐々に近付いてゆくようにするのが好ましい。

【0052】(B) 図12は、基本的な実施形態Bに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。この実施形態Bの特徴は、光ビームを迂回光路へ導いた後、まず、位置調節を行い、続いて角度調節（向きの調節）を行う点にある。図11に示す実施形態Aとの相違点は、角度調節と位置調節との実施順が逆転しているだけであり、具体的な構成の相違は、角度調節手段30と位置調節手段40との位置関係が逆転している点だけである。

【0053】すなわち、光路切換手段20の第2の機能により、入射光L1が迂回光路へと導かれ、迂回光L4として射出されたら、まず、位置調節手段40による位置調節が行われる。この位置調節の結果、迂回光L4は、所定の設定変位量dだけずれた位置を通る位置調節光L9（図示の例の場合、迂回光L4と位置調節光L9とは平行で進行方向も同じ）として射出される。続いて、この位置調節光L9に対して、角度調節手段30による設定角度 θ の調節が行われ、位置角度調節光L6が得られる。この位置角度調節光L6が、ビーム分配手段10へと照射された後に関与する各構成要素について

(14)

25

は、図11に示す実施形態Aと全く同様であり、また、この光軸調節装置の動作も、図11に示す実施形態Aの動作と全く同様である。

【0054】(C) 図13は、基本的な実施形態Cに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。この実施形態Cの特徴は、図11に示す実施形態Aに係る光軸調節装置において、光路切換手段20と角度調節手段30とを、その双方を兼ねる機能をもった光路切換角度調節手段35に置き換えた点にある。光路切換角度調節手段35は、入射点Qinとビーム分配手段10との間に配置され、入射光L1を透過させる第1の機能と、入射光L1の向きを所定の設定角度 θ だけ変化させることにより得られる角度調節光L5を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行することができる。この第2の機能を実行する際の設定角度 θ は、制御手段70による制御対象となり、この設定角度 θ を制御することにより、角度調節光L5を、たとえば図に破線で示したL5*のような向きに調節することが可能である。その他の構成要素や動作については、図11に示す実施形態Aと同様である。

【0055】(D) 図14は、基本的な実施形態Dに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。この実施形態Dの特徴は、図12に示す実施形態Bに係る光軸調節装置において、光路切換手段20と位置調節手段40とを、その双方を兼ねる機能をもった光路切換位置調節手段45に置き換えた点にある。光路切換位置調節手段45は、入射点Qinとビーム分配手段10との間に配置され、入射光L1を透過させる第1の機能と、入射光L1の向きを変えることによって得られる迂回光L4の位置を所定の設定変位量dだけ変化させることにより得られる位置調節光L9を、所定の迂回光路に沿って射出する第2の機能と、の2つの機能を選択的に実行することができる。この第2の機能を実行する際の設定変位量dは、制御手段70による制御対象となり、この設定変位量dを制御することにより、位置調節光L9を、たとえば図に破線で示したL9*のような位置に調節することが可能である。図14において、光路切換位置調節手段45を示すブロックから下方に向かう3本の二点鎖線のうち、迂回光L4が通る二点鎖線は、入射光L1の進行方向を単に曲げた光路に相当し(d=0の場合)、その左右に位置する二点鎖線は、所定の設定変位量だけ平行移動させた光路に相当する。この光軸調節装置のその他の構成要素や動作については、図12に示す実施形態Bと同様である。なお、迂回光L4を所定の設定変位量dだけ平行移動する代わりに、入射光L1を直接、図示の設定変位量dだけ平行移動することにより、左水平方向を向いた位置調節光L9を得るようにしてもかまわない。

【0056】§3. 具体的な実施形態

上述の§2では、光軸調節装置の基本的な実施形態を4

26

通り説明したが、ここでは、これら4通りのうちの実施形態Bおよび実施形態Cについて、より具体的な実施形態を述べる。

【0057】図15は、上述の実施形態Cについてのより具体的な実施形態を示す図(光学的要素については平面図、電氣的要素および機械的要素についてはブロック図として示す)であり、部品点数が少ないため、コストの低減を図る上では、最も理想的な構成と思われる実施形態である。

【0058】光反射素子81は、入射光を反射させることができる反射面 η を有する光学素子であり、この反射面 η で反射した光ビームは、図に二点鎖線で示す光路D1を経て、コーナリフレクタ82へと入射し、更に、光路D2、D3を経て、ビーム分配器83へと入射する。ビーム分配器83は、§2で述べたビーム分配手段10として機能する光学素子であり、ハーフミラーなどからなる光分配面 ξ を有している。また、検出用ビーム分配器84も、ハーフミラーなどからなる光分配面 μ を有しており、ビーム分配器83の光分配面 ξ から図の上方に向かって進行してきた検出用光ビームを2つのビームに分配する機能を有する。光分配面 μ によって分配された第1のビーム(この例の場合、透過光)は、受光素子85によって受光され、分配された第2のビーム(この例の場合、反射光)は、集光レンズ86を経て受光素子87によって受光される。受光素子85および受光素子87は、二次元平面状の受光面を有し、この受光面上への光ビームの照射位置を示す検出信号を発生させる機能を有している。具体的には、PSD(Position Sensing Detector)素子やCCD(Charge Coupled Device)素子を用いて構成すればよい。集光レンズ86は、平行光線を所定の焦点に集光するレンズであり、受光素子87の受光面は、この集光レンズ86からその焦点距離だけ離れた位置に配置されている。したがって、受光素子87は、受光面上に集光された位置を検出する機能を有する。

【0059】後述するように、受光素子85は、光分配面 ξ からの検出対象ビームについての位置を検出する位置検出器として機能し、集光レンズ86および受光素子87は、光分配面 ξ からの検出用光ビームについての向きを検出する向き検出器として機能する。結局、検出用ビーム分配器84、受光素子85、集光レンズ86、受光素子87は、図13に示す実施形態Cにおける検出手段50に対応する構成要素ということになる。受光素子85および受光素子87からの検出信号は、記憶装置91および制御装置92に与えられる。ここで、記憶装置91および制御装置92は、図13に示す実施形態Cにおける記憶手段60および制御手段70に対応する構成要素であり、実際には、メモリやマイクロプロセッサなどを備えたコンピュータにより構成することができる。

【0060】角度調節機構93は、光反射素子81の向

(15)

27

き（反射面 η の向き）を調節する機構であり、より具体的には、この反射面 η 上で直交する2つの回転軸 ω 1

（基準光路Sと反射面 η との交点Aを通り図の紙面に垂直な軸）および ω 2に関して、光反射素子81を回転させる機能をもった機構である。実際には、高精度のステッピングモータなどを用いた機構により実現されることになるが、ここではその構造についての詳細な説明は省略する。一方、位置調節機構94は、コーナリフレクタ82の位置を調節する機構であり、ここに示す例の場合、コーナリフレクタ82をX軸方向（図において、+Xおよび-Xと示した左右方向）およびY軸方向（図の紙面に垂直な方向）の二軸方向にそれぞれ独立して平行移動させる機能を有している。別言すれば、位置調節機構94は、コーナリフレクタ82を所定平面（XY平面）に沿って平行移動させる機能を有していることになる。このような位置調節機構94も、実際には、高精度のステッピングモータなどを用いた機構により実現されることになるが、ここではその構造についての詳細な説明は省略する。

【0061】ここで、光反射素子81についての説明を更に補足すると、この光反射素子81は、入射点Qinとビーム分配器83との間の基準光路S上に着脱自在に配置することができるようになっている。すなわち、光反射素子81は、図にハッチングを施して示した支持機構88によって取り付けられているが、支持機構88は、光反射素子81を着脱自在に支持する機能を有している。この支持機構88は、たとえば、光反射素子81を支持するレールなどの単純な機械的構造物によって構成すればよい。この場合、作業者が光反射素子81を抜き差しすることにより、光反射素子81を配置したり、除去したりすることができる。もちろん、支持機構88を電動駆動機能を備えた機構によって構成し、作業者の操作指示に基いて、自動的に基準光路S上に配置されたり、基準光路S上から除去されたりするようにしてもかまわない。要するに、光反射素子81を、基準光路S上に配置しない第1の状態と、基準光路S上に配置した第2の状態と、を選択的に採ることができ、かつ、この光反射素子81を基準光路S上に配置した場合に、入射光を所望の方向に反射させることができるように反射面 η の角度調節が可能な構成になっていれば、支持機構88としてどのような機械的構造物を用いてもかまわない。

【0062】このように、光反射素子81を支持機構88で支持することにより、この光反射素子81は、図13に示す実施形態Cにおける光路切換角度調節手段35として機能することになる。すなわち、光反射素子81を基準光路S上から脱離させた第1の状態にすれば、入射光をそのままビーム分配器83へと導く第1の機能が実行されることになり、光反射素子81を基準光路S上に配置した第2の状態にすれば、入射光を所定の迂回光路へと導くとともに、所定の設定角度 θ に応じた角度調

28

節を行う第2の機能が実行されることになる。

【0063】図16は、このような角度調節を行う原理を示すものである。いま、図16の実線で示されている向きに光反射素子81が設置されており、この光反射素子81の反射面 η に対して実線で示す入射光Linが図のような向きに照射され、その結果、図のような向きに実線で示す射出光Loutが反射している状態を考える。この状態で、光反射素子81を紙面上で反時計回りに $\theta/2$ だけ回転させて図の破線で示されている状態にし、反射面 η の向きを変えたとしても、射出光は図に破線で示すLout*のように変化する。ここで、射出光LoutとLout*とのなす角は θ である。結局、光ビームの向きを角度 θ だけ変化させるような調節を行いたい場合には、光反射素子81を角度 $\theta/2$ だけ回転させるような制御を行えばよいことになる。

【0064】一方、コーナリフレクタ82は、図13に示す実施形態Cにおける位置調節手段40として機能する光学素子であり、光反射素子81からの反射光（図15の光路D1を通して入ってくる光ビーム）を入射し、これに平行な逆向光（図15の光路D3を通して出て行く光ビーム）を射出する機能を有している。一般に、コーナリフレクタは、立方体を構成する6面のうち、同一頂点Cを含む3面の内側を反射面とした光学素子であり、これら反射面内の任意の位置に、任意の向きで入射光を照射すると、必ずこの入射光に平行で逆向きの射出光が得られるという光学的な性質を有する。図15に示す例では、光路D1に沿った入射光が反射面 ρ 1上の入射点Cinに入射すると、光路D2に沿った反射光となり、更に、この光路D2に沿った反射光が反射面 ρ 2上の射出点Coutで反射して、光路D3に沿って射出することになる。この場合、入射点Cinの位置や入射角度にかかわらず、光路D1に沿った入射光と光路D3に沿った射出光とは、必ず平行で逆向きの光となる。なお、このような性質をもった光学素子としては、コーナリフレクタの他にも、コーナキューブプリズムが知られており、位置調節手段としては、コーナリフレクタの代わりにコーナキューブプリズムを用いてもかまわない。

【0065】図17は、コーナリフレクタ82を用いた位置調節を行う原理を示すものである。いま、図17の実線で示されている位置にコーナリフレクタ82が設置されており、このコーナリフレクタ82に対して実線で示す入射光Linが図のような向きに照射され、その結果、図のような向きに実線で示す射出光Loutが射出されている状態を考える。この状態で、コーナリフレクタ82を紙面上で右方向（+X方向）に距離 $d/2$ だけ移動させて図の破線で示されている状態にしたとすると、射出光は図に破線で示すLout*のように変化する。ここで、射出光LoutとLout*との間の変位量は d である。結局、光ビームの位置を変位量 d だけ変化させるような調節を行いたい場合には、コーナリフレクタ82を

(16)

29

変位量 $d/2$ だけ移動させるような制御を行えばよいことになる。

【0066】続いて、図15に示す光軸調節装置における検出器、すなわち、検出用ビーム分配器84、受光素子85、集光レンズ86、受光素子87の機能について説明する。この検出器は、光反射素子81を基準光路S上に配置しない第1の状態において、ビーム分配器83の光分配面 ξ から反射されてきた検出用光ビームについて、光分配面 ξ 上での位置および向きを検出する第1の機能と、光反射素子81を基準光路S上に配置した第2の状態において、ビーム分配器83の光分配面 ξ を透過してきた検出用光ビームについて、光分配面上での位置および向きを検出する第2の機能と、を備えている。いずれの機能を実施する場合にも、検出の基本原理は同じであり、光分配面 ξ からの検出用光ビームについての位置Pと向きとを測定することができればよい。そして、第1の機能によって検出された位置および向きは、基準情報として記憶装置91に記憶されることになり、第2の機能によって検出された位置および向きは、制御装置92へと与えられ、この検出結果が記憶装置91に記憶されている基準情報に近付くように、角度調節機構93および位置調節機構94に対するフィードバック制御が行われる。

【0067】既に述べたように、検出用光ビームは、検出用ビーム分配器84によって、2つのビームに分配され、受光素子85によって位置の検出が、受光素子87によって向きの検出が行われることになる。図15に示す例では、受光素子85の受光面上では、点Q10の位置にビームが照射されており、受光素子87の受光面上では、点Q20の位置にビームが照射されており、これら点Q10および点Q20の受光面上での位置が、それぞれ検出用光ビームの光分配面 ξ 上での位置Pおよび向きに対応する情報になる。

【0068】図18は、受光素子85によって、位置検出が行われる原理を説明する図である。いま、図に実線で示すような検出用光ビームL10が、光分配面 ξ の位置Pから検出用ビーム分配器84の光分配面 μ を透過して受光素子85まで到達したとすると、受光面上での照射点は点Q10になる。このとき、光分配面 μ から反射して集光レンズ86で集光され、受光素子87まで到達した検出用光ビームの集光点は点Q20になる。ここで、もし、検出用光ビームの光分配面 ξ 上での位置だけが、PからP1にずれたとすると（向きは同じであったとする）、検出用光ビームL11は破線に示すような光路を通過して、受光素子85および受光素子87に照射されることになる。すなわち、受光素子85の受光面上での照射点は点Q11となり、もとの点Q10からずれることになる。一方、受光素子87の受光面上での集光点は点Q21となり、もとの点Q20と同一の点になる。これは、受光素子87の受光面が集光レンズ86の焦点

30

位置に置かれているためである。すなわち、集光レンズ86に入射する複数の光ビームがあったとしても、これらが互いに平行である限りは、受光素子87の受光面上の同一点に集光することになる。かくして、光分配面 ξ からの検出用光ビームL10に生じた位置の変化は、位置検出器として機能する受光素子85においてのみ検出されることになり、向き検出器として機能する受光素子87では検出されない。

【0069】これに対して、図19は、受光素子87によって、向き検出が行われる原理を説明する図である。いま、図に実線で示すような検出用光ビームL10が、光分配面 ξ の位置Pから検出用ビーム分配器84の光分配面 μ を透過して受光素子85まで到達したとすると、受光面上での照射点は点Q10になる。このとき、光分配面 μ から反射して集光レンズ86で集光され、受光素子87まで到達した検出用光ビームの集光点は点Q20になる。ここで、もし、検出用光ビームL10の光分配面 ξ に対する向きだけがずれたとすると（検出用光ビームの光分配面 ξ 上の位置Pは同じであったとする）、検出用光ビームL12は破線に示すような光路を通過して、受光素子85および受光素子87に照射されることになる。すなわち、受光素子85の受光面上での照射点は点Q12となり、もとの点Q10からずれることになる。一方、受光素子87の受光面上での集光点は点Q22となり、やはりもとの点Q20からずれることになる。これは、実線で示す光ビームと破線で示す光ビームとが平行ではないため、集光レンズ86による集光点がずれるからである。かくして、光分配面 ξ からの検出用光ビームL10に生じた向きの変化は、向き検出器として機能する受光素子87によって検出できる。ただ、このような向きの変化は、受光素子85においても検出されることになる。

【0070】結局、受光素子87の検出結果には、向きの変化のみが含まれているのに対し、受光素子85の検出結果には、位置の変化と向きの変化との双方の成分が含まれていることになる。このような事情から、理論的には、図15に示す光軸調節装置では、制御装置92によるフィードバック制御は、まず、向きを一致させるための角度制御（角度調節機構93に対する制御）を先にを行い、続いて、位置を一致させるための位置制御（位置調節機構94に対する制御）を行うようにするのが好ましい。向きについての検出結果が基準情報に一致すれば、受光素子85の検出結果から向きについての変化成分を除去することができ、位置についての変化成分のみを認識することができる。もっとも、実用上は、角度制御と位置制御とを交互に繰り返して実行することにより、検出結果を基準情報に徐々に近付けてゆくフィードバック制御が行われることになるので、角度制御と位置制御との順を厳密に考慮する必要はない。

【0071】続いて、この光軸調節装置による自動光軸

(17)

31

調節動作の一例を示す。たとえば、図20に示すように、入射点 Q_{in} から射出点 Q_{out} へ向かう基準光路S（一点鎖線）が形成されている状態において、この基準光路S上に、この光軸調節装置を挿入したとしよう。この場合、まず、光反射素子81を基準光路S上から取り外し、基準光路Sに沿って入射してくる入射光をビーム分配器83の光分配面 ξ へと導き、この光分配面 ξ から反射してきた検出用光ビーム（図の破線で示す光路を進む）についての位置Pおよび向きを検出する。具体的には、受光素子85上の点 $Q10$ の位置が、「位置Pを示す情報」として検出され、受光素子87上の点 $Q20$ の位置が、「向きを示す情報」として検出され、これらの情報が基準情報として記憶装置91（図20では図示省略）に記憶される。次に、基準光路S上に光反射素子81を配置した状態にし、入射光を反射面 η 上の点Aで反射させて迂回光路（二点鎖線）へと導き、光分配面 ξ から透過してきた検出用光ビームについての位置および向きを検出し、これらの検出結果が、記憶装置91に記憶されている基準情報に一致するようなフィードバック制御を行う。このようなフィードバック制御により、検出用光ビームは、受光素子85の点 $Q10$ および受光素子87の点 $Q20$ に照射された状態となり、ビーム分配器83からは基準光路Sに沿った射出光が射出点 Q_{out} へ向けて射出されることになる。いわば、図3に示すような状態が得られたことになる。なお、このような状態において、「迂回光路を経てターゲット方向へ射出される光ビーム強度」が、「検出用ビーム分配器84へと導かれる検出用光ビームの強度」に比べて十分に大きくなるようにするためには、ビーム分配器83内の光分配面 ξ を、反射率99%、透過率1%程度のハーフミラーによって構成しておくようにすればよい。

【0072】さて、ここで、何らかの原因により、この光軸調節装置への入射光の入射条件が変動し、図20に実線で示すような入射光 $L15$ が与えられるようになったとしよう。すなわち、これまでは、基準光路Sに沿った入射光が与えられていたのに、この入射光の位置が若干変動したことになる（ここでは、入射光の向きについての変動はなかったものとしよう）。すると、迂回光路は、図の二点鎖線で示す光路から、図の実線で示す光路へと変化し、光ビームは光分配面 ξ における位置P15に照射されることになる。その結果、ビーム分配器83から図の左方へ射出される光ビームは、基準光路Sから外れることになり、その最終照射位置は、ターゲット上の目標点Qから外れてしまう。

【0073】このような光軸変動は、受光素子85および受光素子87によって検出される。すなわち、受光素子85上の照射点は点 $Q10$ から点 $Q15$ へと変動し、受光素子87上の集光点は点 $Q20$ から点 $Q25$ へと変動する。もっとも、この例では、入射光の向きについての変動はなかったため、点 $Q20$ と点 $Q25$ とは同一点

32

となり、向きについての調節を行う必要はないことが認識される。そこで、制御手段70（図20では図示省略）は、位置についての変動量 d （点 $Q10$ と点 $Q15$ との距離）を相殺すべく、位置調節機構94（図20では図示省略）に対して制御信号を送り、図21に破線で示すように、コーナリフレクタ82を距離 $d/2$ だけ図の左方向へシフトさせる。すると、入射光 $L15$ は、図に実線で示す迂回光路を通して、光分配面 ξ の「変動が生じる前の位置P」へと導かれるような位置調節が行われることになり、受光素子85上の照射点は点 $Q10$ へ戻り、受光素子87上の集光点は点 $Q20$ となる。かくして、ビーム分配器83から図の左方へ射出される光ビームは、基準光路S上の位置に戻され、その最終照射位置は、ターゲット上の目標点Qに戻される。

【0074】以上、入射光について位置変動が生じた場合を述べたが、向きの変動が生じた場合には、光反射素子81の角度が調節され、同様の自動光軸調節が行われることになる。

【0075】最後に、もうひとつの具体的な実施形態を述べておく。図22は、上述の実施形態Bについてのより具体的な実施形態を示す図（光学的要素については平面図、電気的要素および機械的要素についてはブロック図として示す）である。この図22に示す光軸調節装置の構成および動作は、図15に示す光軸調節装置の構成および動作とほぼ同じであるため、ここでは両者の相違点のみを述べておく。両者の根本的な相違点は、図13に示す実施形態Cと図12に示す実施形態Bとの相違に基く。すなわち、図22に示す光軸調節装置では、図15に示す光反射素子81が光反射素子95に置き換えられており、更に、新たに光反射素子96が追加されている。これは、図15の光反射素子81が、図13の光路切換角度調節手段35に相当する構成要素であるのに対し、図22の光反射素子95および96が、それぞれ図12の光路切換手段20および角度調節手段30に相当する構成要素であるためである。

【0076】要するに、光反射素子95は、入射光を反射面 η 上の点Aで反射させることにより、迂回光路D1へと導く機能を有しているものの、角度の調節機能は有しておらず、角度の調節は光反射素子96によって行うようにしているのである。コーナリフレクタ82が位置調節機能を果たす点は、図15の光軸調節装置と同様である。結局、この図22に示す光軸調節装置では、光反射素子95によって光路D1へと迂回させられた光ビームに対して、まず、コーナリフレクタ82による位置調節が施され、続いて、光反射素子96による角度調節が施されることになる。光反射素子96は、反射面 η 2上で直交する二軸 $\omega 3$ および $\omega 4$ を回転軸として回転する構造となっており、角度調節機構93によって向きの制御が行われる。

【0077】なお、この光軸調節装置においても、基準

(18)

33

情報を得て記憶装置91に記憶させる作業を行うために、基準光路Sに沿って入射してきた入射光を、そのままビーム分配器83まで導くことができるような構造にしておく必要があるので、光反射素子95を支持機構97によって着脱自在に支持し、光反射素子96を支持機構98によって着脱自在に支持するようにしてある。基準情報を得る作業を行う際には、光反射素子95、96とともに基準光路S上から除去し、基準光路Sに沿った入射光をそのままビーム分配器83へと導けばよい。もっとも、光反射素子96を透明材料で構成しておき、反射面 η 2を完全な反射面ではなく、光の一部を透過する面にしておけば、光反射素子96の内部を通じて、基準光路Sに沿った入射光をビーム分配器83まで導くことができるので、光反射素子96は必ずしも着脱自在な形で配置する必要はない。また、光反射素子96の配置を工夫して、基準光路Sを妨げないような位置に配置することが可能であれば、光反射素子96を着脱自在にする必要はない。

【0078】§4. 本発明に係る露光装置

これまで、§1～§3において、光軸の自動調節機能をもった新規な光軸調節装置の構成および動作を説明してきたが、本発明の特徴は、既存の露光装置に、この新規な光軸調節装置を取り入れた点にある。以下、本発明の露光装置の全体構成を説明する。

【0079】はじめに、従来から利用されている一般的な露光装置の構成例を、簡単に説明しておく。図23は、カラーホログラム像についての露光を行う一般的な露光装置の構成図である。この露光装置は、所定の露光面に対して光を照射することにより、この露光面上に配置された感光材料を露光させる作業に利用される。ビーム源100R、100G、100Bは、それぞれ赤色、緑色、青色のレーザビームを発生させるレーザ光源であり、それぞれ図に一点鎖線で示す光路に沿って、赤色ビームL_r、緑色ビームL_g、青色ビームL_bを発生させる。こうして発生されたレーザビームを露光面へと誘導するために、ビーム誘導手段401～404が設けられている。ここで、ビーム誘導手段401、402は反射鏡、ビーム誘導手段403、404はビーム合成器となっている。緑色ビームL_gは、反射鏡402で図の下方へと曲げられてビーム合成器403へ入射し、ここで青色ビームL_bと合成させられる。この合成ビームL_{gb}は更にビーム合成器404へ入射する。一方、赤色ビームL_rは、反射鏡401で図の下方へと曲げられてビーム合成器404へ入射し、ここで合成ビームL_{gb}と更に合成させられ、三原色の合成ビームL_{rgb}となり、ビーム径拡張装置405へと入射する。ビーム径拡張装置405は、誘導されてきた合成ビームL_{rgb}の径を、露光面Eの大きさに応じて拡張する光学素子であり、ビーム径が拡張された合成ビームL_{rgb}は、そのまま露光面Eへと照射される。

34

【0080】露光面Eは、概念的に定義された平面であり、実際には、この露光面E上に配置された感光材料に対して露光が行われる。図示の例では、所定の搬送路に沿って、感光材料501～504が図の左方向へ向かって搬送されており（搬送機構についての図示は省略）、露光面E上に搬送されてきた感光材料501に対して露光が行われている状態が示されている。ここでは、1枚ずつ独立した感光材料501～504を搬送する例を示したが、もちろん、巻取状の感光フィルムを感光材料として用い、この巻取状の感光フィルムを図の水平方向に搬送するような形態の露光装置も利用されている。図示の例は、感光材料501～504上に、いわゆるリップマン型ホログラムの像を形成させるための露光装置であり、露光面Eの下方に、ホログラム原版600（たとえば、所定のモチーフを表現したレリーフ像）が配置されている。また、感光材料501～504として、透明な感光性フィルムを使用している。このような構成によって、感光材料501上には、図の上方から照射された合成ビームL_{rgb}と、ホログラム原版600からの反射光と、の干渉縞が記録されることになり、カラーホログラム像の記録が行われる。

【0081】このような露光装置では、合成ビームL_{rgb}の光軸調節が非常に重要である。各ビーム源100R、100G、100Bから発せられたレーザビームの断面強度は、一般に、ガウシアン分布をとるため、露光面E上に照射される合成ビームL_{rgb}の断面強度もガウシアン分布をとる。したがって、各色ごとのレーザビームの光軸が正確に調節されていないと、露光面上での各色ごとの強度分布にずれが生じることになり、ホログラム像の再生時に色むらが生じる原因になる。このため、ビーム源100R、100G、100Bおよびビーム誘導手段401～404を設置し、テスト動作を行う際には、精密な光軸調節作業が行われる。たとえば、露光面Eに、複数の光センサが配置された測定板を配置し、各光センサの検出出力をモニタしながら、ビーム源100R、100G、100Bに内蔵された光軸調節機構を調節したり、ビーム誘導手段401～404の位置や向きを調節したりする作業が行われることになる。

【0082】こうして、この露光装置を設置する際のテスト段階で、精密な光軸調節を行っておけば、一応、各レーザビームの光軸は所定の基準光路に合わせられることになり、正しい露光作業を行うことが可能になる。しかしながら、このような光軸調節によって、各ビームの光軸が必ずしも正確な位置に固定されるわけではない。光軸に変動が生じる要因のひとつは、ビーム源100R、100G、100Bの不安定要因である。一般に、レーザ光源は、起動してから動作が安定な状態に達するまでに、ある程度の時間を要する。したがって、レーザ光源が完全に安定した状態になるまでは、各レーザビームの光軸に変動が生じるおそれがある。また、レーザ光

(19)

35

源の起動後、十分な時間が経過しているにもかかわらず、電源電圧の変動などの外乱によって、光軸に変動を来す場合もある。更に、長期間の使用による経年変化という要因により、徐々に光軸にずれが生じることもある。従来は、このような光軸ずれが生じた場合、その都度、既存の光軸調節機構を利用して、再度の光軸調節作業を行っていた。

【0083】本発明に係る露光装置では、§1～§3で述べた新規な光軸調節装置を利用することにより、上述のような光軸変動が生じた場合にも、自動的な光軸調節を行うことができる。図24は、本発明の一実施形態に係る露光装置の構成図である。この露光装置は、図23に示す従来の露光装置に、3つの光軸調節装置300R、300G、300Bを追加したものである。光軸調節装置300R、300G、300Bとしては、§1～§3で述べた種々の光軸調節装置のいずれの実施形態のものを用いてもかまわない。

【0084】各光軸調節装置300R、300G、300Bの具体的な設置方法の一例を以下に述べる。まず、図23に示す露光装置を設置し、テスト段階で正確な光軸調節が完了し、各色別レーザビームについての基準光路が確定した段階で、光軸調節装置300R、300G、300Bを、各色別レーザビームの基準光路上に挿入する。そして、各色別レーザビームを迂回させずにビーム分配手段へと導き、基準情報を取得して記憶させる処理を行っておく。続いて、入射してきたレーザビームを迂回光路へと導き、迂回光路を経由して射出するように光路の切り換えを行い、制御手段によるフィードバック制御を行えば、光軸の自動調節機能が働き、各光軸調節装置300R、300G、300Bから射出される各色別レーザビームは、テスト段階で設定された基準光路に沿ったものになる。

【0085】このようにして、基準光路上で光軸調節装置300R、300G、300Bを機能させておけば、ビーム源100R、100G、100Bに、何らかの要因で光軸ずれが生じたとしても、生じた光軸ずれは、光軸調節装置300R、300G、300Bによって自動的に補正される。なお、図24に示す例のように、各色別レーザビームの基準光路上にだけ光軸調節装置を設けたのでは、ビーム誘導手段401～404の位置や向きがずれた場合に生じる光軸ずれに対しては対処することができない。このような場合にも対処できるようにするためには、更に、合成ビームLrgbの基準光路上にも、光軸調節装置を挿入するようにすればよい。

【0086】また、上述した設置方法の例は、テスト段階で正確な光軸調節が完了し、各色別レーザビームについての基準光路が確定した後に、各光軸調節装置300R、300G、300Bを各基準光路上に挿入していたが、逆に、各光軸調節装置300R、300G、300Bを設置した後に、正確な光軸調節を行うことも可能で

36

ある。この場合は、まず、図23に示すような露光装置の構成要素を設置し、大まかな粗い光軸調節だけを行う。この粗い光軸調節が完了すれば、一応、各レーザビームについての粗い光軸調節を示す「仮の基準光路」が決定されることになる。そこで、この「仮の基準光路」上に、各光軸調節装置300R、300G、300Bを挿入する。そして、各光軸調節装置内で入射したビームを迂回させない状態とする。たとえば、図15に示す光軸調節装置の場合、光反射素子81を「仮の基準光路」上から除去した状態にする。すると、入射ビームはビーム分配器83の光分配面を透過してそのまま射出することになるので、図24に示す露光装置は、実質的に図23に示す従来の露光装置と同じ構成となり、各色別レーザビームは露光面Eまで誘導されることになる。したがって、これまでどおりの手法で、正確な光軸調節を行うことが可能である。こうして正確な光軸調節を行うことにより、「真の基準光路」が確定するので、その時点でビーム分配器83に照射されている光ビーム、すなわち「真の基準光路」を通っている光ビームについて基準情報の取得を行う。基準情報が取得できたら、光反射素子81を「真の基準光路」上に配置して光ビームを迂回させ、フィードバック制御を機能させればよい。

【0087】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、光ビームの光軸を自動的に安定維持させる機能をもった露光装置を実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いられる光軸調節装置により光軸を安定させる対象となる光学系の構成を示す図である。

【図2】図1に示す光学系におけるビーム源の変動要因に基づいて、光軸ずれが生じた状態を示す図である。

【図3】図1に示す光学系における基準光路S上に本発明に係る光軸調節装置を挿入した状態を示す図である。

【図4】本発明で用いられる光軸調節装置の機能により、光軸が安定維持される状態を示す図である。

【図5】本発明で用いられる光軸調節装置における基準情報取得の原理を説明する図である。

【図6】本発明で用いられる光軸調節装置において形成される迂回光路を示す図である。

【図7】図6に示す光軸調節装置によるフィードバック制御の結果を示す図である。

【図8】図6に示す光軸調節装置によるフィードバック制御により、光源側に変動が生じた場合にも、光軸が安定維持される状態を示す図である。

【図9】本発明で用いられる光軸調節装置において形成される迂回光路の別な態様を示す図である。

【図10】図9に示す光軸調節装置によるフィードバック制御の結果を示す図である。

【図11】本発明で用いられる基本的な実施形態Aに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。

(20)

37

【図12】本発明で用いられる基本的な実施形態Bに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。

【図13】本発明で用いられる基本的な実施形態Cに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。

【図14】本発明で用いられる基本的な実施形態Dに係る光軸調節装置の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明で用いられる基本的な実施形態Cに対応した具体的な光軸調節装置の構成を示す図である。

【図16】図15に示す光軸調節装置における光反射素子による角度調節の原理を示す図である。

【図17】図15に示す光軸調節装置におけるコーナリフレクタによる位置調節の原理を示す図である。

【図18】図15に示す光軸調節装置における位置変動の検出原理を示す図である。

【図19】図15に示す光軸調節装置における角度変動の検出原理を示す図である。

【図20】図15に示す光軸調節装置において、入射光に位置変動が生じた状態を示す図である。

【図21】図15に示す光軸調節装置において、入射光に位置変動が生じた場合に行われる自動光軸調節を示す図である。

【図22】本発明で用いられる基本的な実施形態Bに対応した具体的な光軸調節装置の構成を示す図である。

【図23】カラーホログラム像についての露光を行う一般的な露光装置の構成図である。

【図24】本発明の一実施形態に係る露光装置の構成図である。

【符号の説明】

1…基準情報取得手段
2…光路迂回調節手段
3…制御手段
10…ビーム分配手段
20…光路切換手段
30…角度調節手段
35…光路切換角度調節手段
40…位置調節手段
45…光路切換位置調節手段
50…検出手段
60…記憶手段
70…制御手段
81…光反射素子
82…コーナリフレクタ (コーナキューブプリズム)
83…ビーム分配器
84…検出用ビーム分配器
85…受光素子
86…集光レンズ
87…受光素子
88…支持機構
91…記憶装置
92…制御装置

38

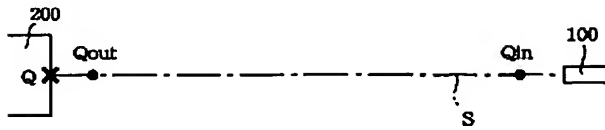
93…角度調節機構
94…位置調節機構
95, 96…光反射素子
97, 98…支持機構
100, 100R, 100G, 100B…ビーム源
200…ターゲット
300, 300R, 300G, 300B…本発明に用いられる光軸調節装置
401~404…ビーム誘導手段 (反射鏡およびビーム合成器)
405…ビーム径拡張装置
501…感光材料
600…ホログラム原版
A…光ビームの入射位置
B…光ビーム
Br…光分配面からの反射光
Bt…光分配面からの透過光
C…コーナリフレクタの頂点
Cin…入射点
Cout…射出点
D, Da, D1~D7, D1a~D7a, D1b~D3b…迂回光路
d, dd…位置の変位量
E…露光面
I (P0, α0)…基準情報
L1…入射光
L2…入射光透過光
L3…入射光反射光
L4…迂回光
L5, L5*…角度調節光
L6…位置角度調節光
L7…調節光透過光
L8…調節光反射光
L9, L9*…位置調節光
L10, L11, L12…検出用光ビーム
L15…変動した光ビーム
Lin…入射光
Lout, Lout*…射出光
Lr, Lg, Lb…各原色ビーム
Lrgb, Lrgb…合成ビーム
Lrgb…径が拡大された合成ビーム
N…光分配面上の法線
P, P1…検出対象となる光ビームの位置
P0…基準情報となる位置
Q…目標点
Qin…入射点
Qout…射出点
Q10, Q11, Q12, Q15…照射点
Q20, Q21, Q22, Q25…集光点
S…基準光路

(21)

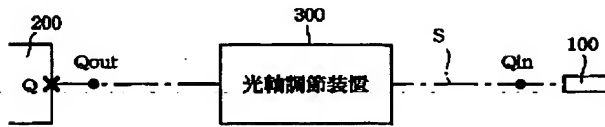
39

α …検出対象となる光ビームの射出角度
 α_0 …基準情報となる角度
 η, η_1, η_2 …反射面
 θ …調節角度

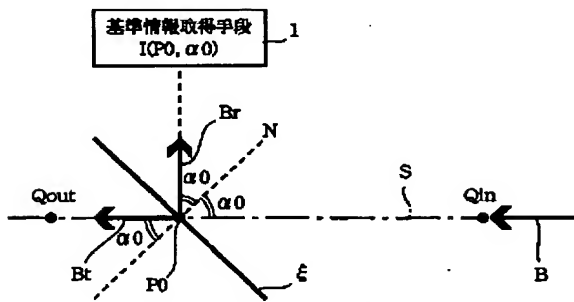
【図1】



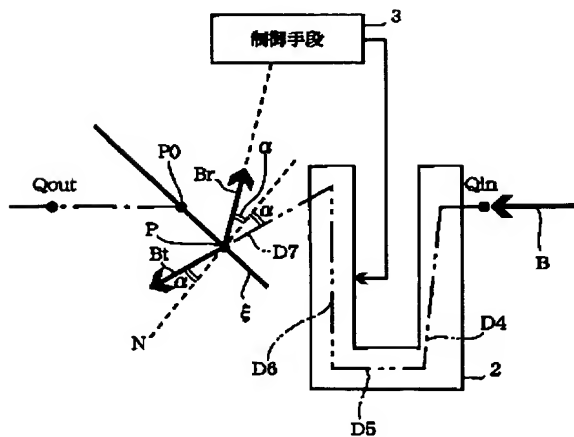
【図3】



【図5】



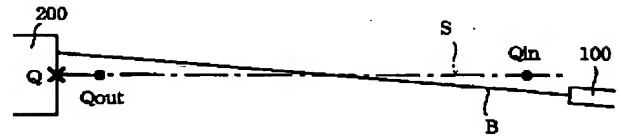
【図9】



40

μ …反射面
 ξ …光分配面
 ρ_1, ρ_2 …反射面
 $\omega_1 \sim \omega_4$ …回転軸

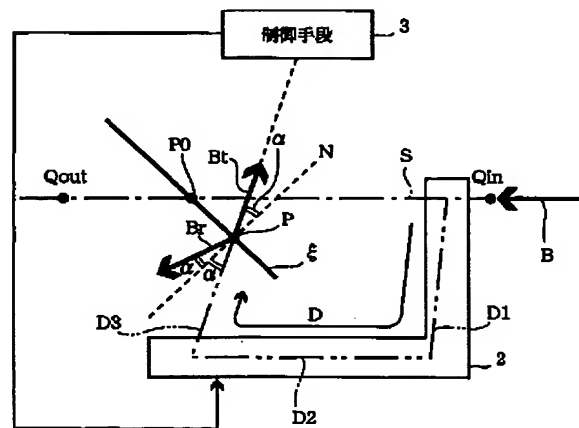
【図2】



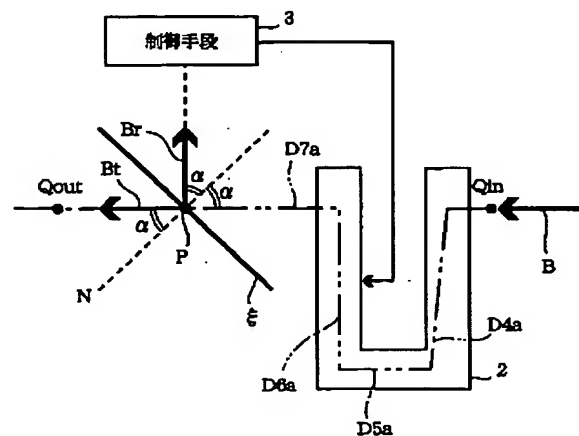
【図4】



【図6】

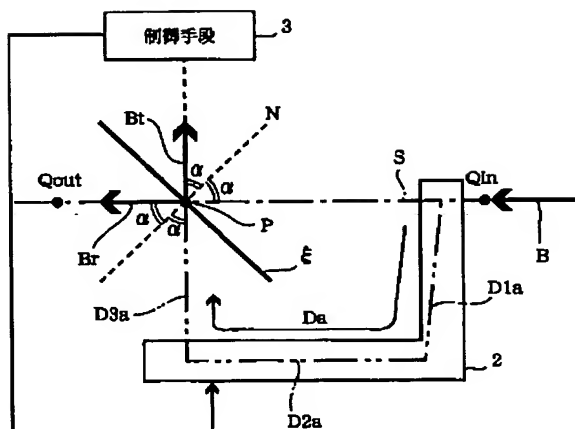


【図10】

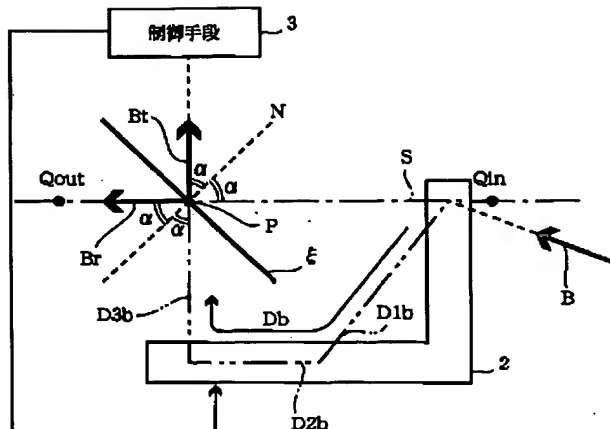


(22)

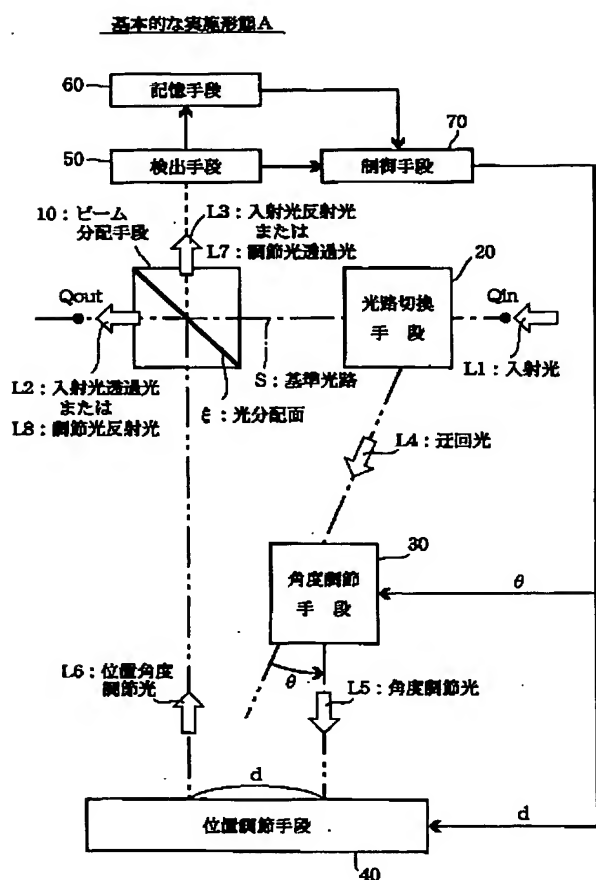
【図 7】



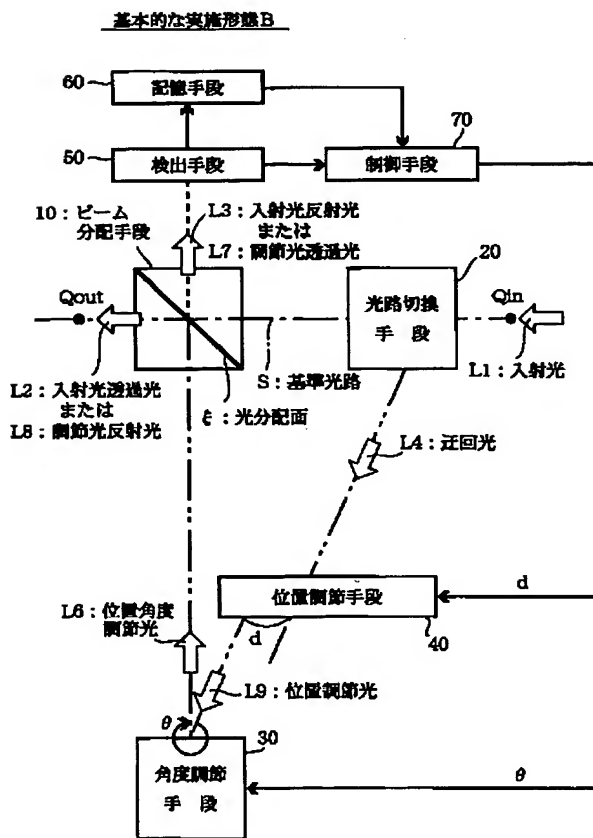
【图8】



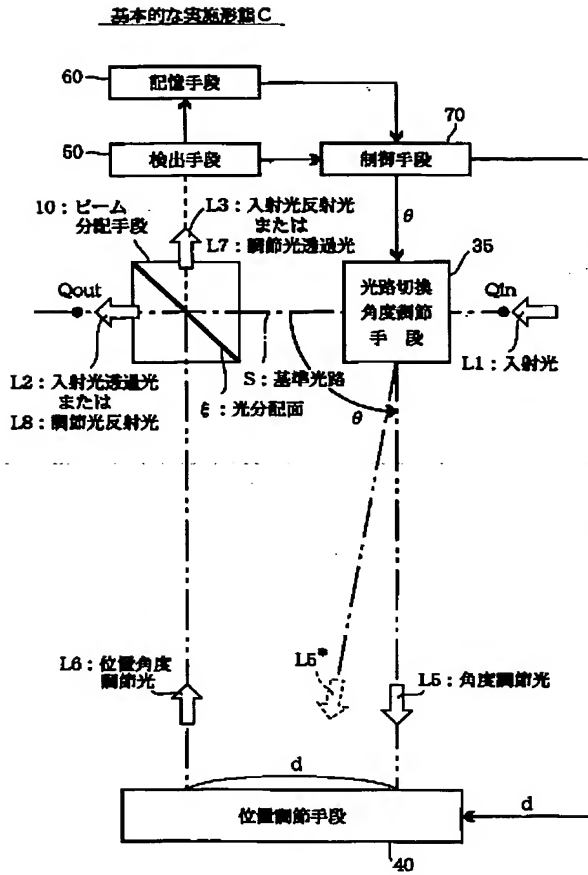
【図 1 1】



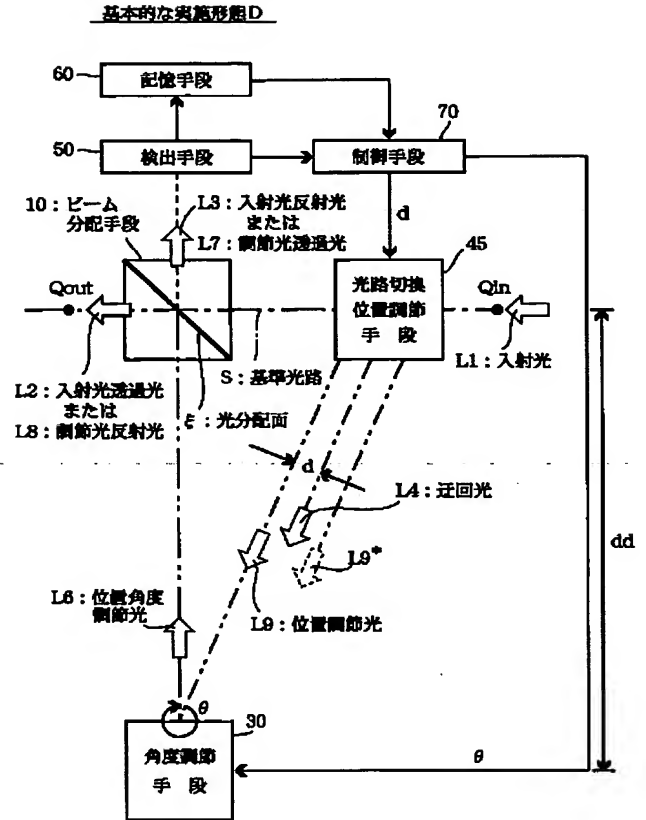
【図 1 2】



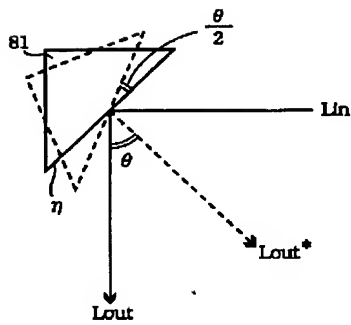
【図 13】



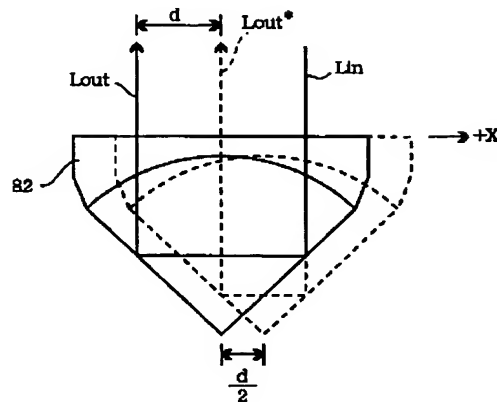
【図 14】



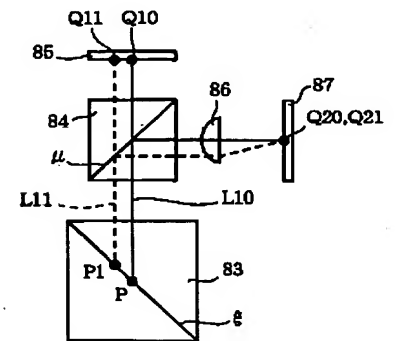
【图 16】



【図 17】



【图 18】



(26)

フロントページの続き

(72)発明者 松山 哲也
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者 柏木 剛
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

(72)発明者 植田 健治
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
Fターム(参考) 2H097 BB03 CA06 CA08 CA17 FA01
LA10 LA17
2K008 AA17 BB04 EE01 FF01 HH03
HH06 HH18 HH20
5F046 CB27 DA30 DB05